



Margarida Nabais Ferreira

Licenciada em Ciências da Engenharia Civil

Argamassas de terra para rebocos interiores

Caracterização face à presença de água

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil

Orientador: Maria Paulina Faria Rodrigues, Professora Associada,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Coorientador: José Lima Ferreira,
Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Zuzana Dimitrovová

Arguente(s): Professor Doutor Vasco Moreira Rato

Vogal: Professora Doutora Maria Paulina Faria Rodrigues



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Junho de 2017

“Copyright” Margarida Nabais Ferreira, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado critério ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Finalizada esta importante etapa da minha vida, gostaria de deixar um especial agradecimento a todas as pessoas que direta ou indiretamente, fizeram com que este trabalho fosse possível de realizar.

Quero então começar por agradecer à minha orientadora a Professora Doutora Paulina Faria, pelo seu trabalho de orientação e por toda a ajuda, dedicação e disponibilidade que sempre manifestou pelo trabalho.

Agradecer também ao Arquiteto José Lima pela confiança que depositou em mim ao inserir-me no seu estudo alargado sobre argamassas de terra, e por ter partilhado todo o conhecimento adquirido sobre tema até então. Agradecer também todo o acompanhamento prestado, toda a preocupação manifestada, principalmente no que diz respeito aos materiais e aos equipamentos para os ensaios, e os conselhos que me foi concedendo ao longo do trabalho. Reconhecer ainda a colaboração da empresa EMBARRO, na disponibilização da maioria das matérias-primas empregues na realização dos provetes ensaiados.

Um especial agradecimento ao Engenheiro Vítor Silva que esteve sempre presente durante a realização da campanha experimental, auxiliando muitas vezes os trabalhos, disponibilizando o seu tempo e conhecimento.

Agradecer agora às pessoas que passaram pela minha vida e que de alguma maneira me ajudaram a formar a pessoa que sou hoje. Aos meus grandes amigos do coração, Mónica Ganhão, João Marques, Marciela Cruz e Pedro Nunes, que sempre tiveram a paciência e a calma para aturarem os meus desvarios e dúvidas existenciais. Aos amigos da faculdade, Ana Filipa Santos, André Rodrigues, Carolina Carmo, Cláudia Borges, Cláudia Manco, Gonçalo Pinheiro, Marta Monteverde, Miguel Neves e Nuno Peres, que sempre estiveram presentes no estudo e nos trabalhos, mas também nos desgostos e nas festas. Aos meus colegas de laboratório, por tornarem o trabalho mais leve e divertido, em especial à Débora Correia, ao Douglas Rocha, ao Pedro Sousa e à Sara Silva, pois sem eles seria difícil a produção de tanto trabalho neste curto espaço de tempo.

Por fim, e sem menos importância, agradecer a toda à minha grande família, aos meus tios, às minhas tias, aos meus primos e primas, por todo conforto, educação, valores, companhia e muita, muita paciência que demonstram sempre para comigo. Em particular aos meus irmãos, Jorge e David Ferreira, que tornam sempre a minha vida mais emocionante, e aos meus grandes pais, Conceição Nabais e Abílio Ferreira, por tudo o que lutaram e abdicaram para me verem chegar aqui. Sem o apoio e o amor incondicional deles não seria possível a conclusão desta etapa.

RESUMO

Os rebocos de terra são reconhecidos a nível internacional como produtos eco-eficientes fundamentalmente por apresentarem pouca energia incorporada no seu ciclo de vida, mas também devido a contribuírem de forma significativa para a percepção de conforto dos ocupantes dos edifícios, em virtude da sua estética e da elevada capacidade para o equilíbrio da humidade relativa no interior dos compartimentos onde são aplicados. Prova disso é o facto da Alemanha ter publicado, em 2013, uma norma DIN que determina requisitos e métodos de ensaio específicos para rebocos de argamassas de terra, sem adição de estabilizadores químicos.

A presente dissertação tem como objetivo a análise de um conjunto alargado de argamassas de terra para a aplicação em rebocos interiores, avaliando o seu comportamento perante a ação da água na forma líquida e em vapor, mas também a influência que os acabamentos de superfície podem ter nas suas propriedades higroscópicas. As argamassas estudadas foram formuladas maioritariamente com uma argila ilítica, uma areia e ainda com adições de diferentes fibras, ligantes e adjuvantes para a estabilização das resistências mecânicas, para o controlo da retração e para o aumento da resistência à água.

Os resultados obtidos comprovaram a fragilidade que as argamassas de terra genericamente apresentam em contacto com a água líquida, uma vez que, contrariamente às argamassas de ligantes correntes, não ocorre qualquer reação. No entanto, verificou-se que a adição de alguns adjuvantes pode melhorar substancialmente o comportamento das argamassas em contacto com água líquida. Por outro lado, comprovou-se que a utilização de acabamentos de superfície pode permitir que as argamassas resistam à erosão da água.

Palavras-chave: Reboco de terra, Permeabilidade ao vapor, Absorção, Secagem, Erosão por gotejamento.

ABSTRACT

Earth plasters are recognized internationally as eco-efficient products primarily because they have less embodied energy all along their life cycle, compared to others plasters, but also because they contribute significantly to comfort perception by the inhabitants of the buildings, due to its aesthetic and high capacity to stabilize the relative humidity in the compartments where they are applied. As a fact, Germany published in 2013 a DIN standard which specifies requirements and test methods for earth plastering mortars without the addition of chemical stabilizers.

This dissertation aims to analyze a range of earth plasters, assessing the behavior of the mortars to liquid and vapor water, as well as the influence that surface finishes may cause on the hygroscopic properties of earth plasters. The plasters studied were formulated mainly with an illitic clayish earth, a sand and also with additions of vegetal fibres and admixtures for the stabilization of the mechanical resistances, for the control of shrinkage and for the increase of resistance to water.

The results obtained confirmed the fragility of earth plasters in contact with liquid water because no reaction occurs. However, it has been demonstrated that the addition of some admixtures substantially improve the behavior of plasters when in contact with liquid water. On the other hand, it has been proven that the use of finishing coats may enable the plasters to resist to water erosion.

Keywords: Earth plaster, Vapor permeability, Absorption, Drying, Geelong test.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Argamassas

E1S3 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência)

E1SF3 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia fina)

E1SC3 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia grossa)

E1S2 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:2 (terra de referência:areia de referência)

E1S2,5 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:2,5 (terra de referência:areia de referência)

E1S4 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:4 (terra de referência:areia de referência)

B1S3 – Argamassa com argila bentonítica ao traço volumétrico 1:3 (bentonite:areia de referência)

K1S3 – Argamassa com traço argila caulinitica ao volumétrico 1:3 (caulino:areia de referência)

E1S3_CL5 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência)
com adição de 5% de cal aérea (em volume)

E1S3_WF5 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência)
com adição de 5% de fibras de trigo(em volume)

E1S3_TF5 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência)
com adição de 5% de fibras de tabúa (em volume)

E1S3_OF10 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 10% de fibras de aveia (em volume)

E1S3_OF20 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 20% de fibras de aveia (em volume)

E1S3_TF20 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 20% de fibras de tabúa (em volume)

E1S3_TF40 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 40% de fibras de tabúa (em volume)

E1S3_TF80 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 80% de fibras de tabúa (em volume)

E1S3_G5 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência)
com adição de 5% de gesso (em volume)

E1S3_G10 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência)
com adição de 10% de gesso (em volume)

E1S3_G20 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra:areia de referência) com adição
de 20% de gesso (em volume)

E1SF3_LO2 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia fina) com adição de 2% de óleo de linhaça (em volume)

E1SF3_LO5 – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia fina) com adição de 5% de óleo de linhaça (em volume)

CL1SF3 – Argamassa de cal aérea com traço volumétrico 1:3 (cal aérea:areia fina)

G1SF3 – Argamassa de gesso com traço volumétrico 1:3 (gesso:areia fina)

NHL1SF3 – Argamassa de cal hidráulica natural com traço volumétrico 1:3 (cal hidráulica natural:areia fina)

E1SF3_CFSP – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia fina) revestida com uma pintura de tinta de silicatos

E1SC3_PFKC – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia grossa) revestida com um barramento de argila caulínica

E1S2_PFG – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:2 (terra de referência:areia de referência) revestida com um barramento de gesso

E1S2,5_PFCL – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:2,5 (terra de referência:areia de referência) revestida com um barramento de cal

E1S4_CFLW – Argamassa com traço volumétrico 1:4 (terra de referência:areia de referência) revestida com uma pintura de tinta de cal – “caiação”

E1S3_WF5_CFCW – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 5% de fibras de trigo (em volume) revestida com uma velatura de primário de caseína

E1S3_TF5_CFSW – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 5% de fibras de tabúa (em volume) revestida com uma velatura de primário de silicato

E1S3_OF10_CFLO – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 10% de fibras de aveia (em volume) revestida com uma velatura de óleo de linhaça

E1S3_TF20_CFAP – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 20% de fibras de tabúa (em volume) revestida com uma pintura de tinta acrílica

E1S3_TF80_CFCP – Argamassa com argila ilítica ao traço volumétrico 1:3 (terra de referência:areia de referência) com adição de 80% de fibras de tabúa (em volume) revestida com uma pintura de tinta de caseína

Ensaio e parâmetros experimentais

AC – Coeficiente de capilaridade ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$);

HR – Humidade relativa (%);

M – Quantidade de água absorvida por capilaridade (kg/m^2);

S – Área (m^2);

X

Sd – Espessura da camada equivalente (m);
T – Temperatura (°C);
TS – Taxa de secagem;
 δ_p – Coeficiente de difusão de vapor de água (kg/m.s.Pa).

Abreviaturas institucionais

CEN – European Committee for Standardization
DEC – Departamento de Engenharia Civil
DIN – Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemão de Normalização)
EN – European Norm (Norma Europeia)
FCT NOVA – Faculdade de Ciências Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
IPQ – Instituto Português da Qualidade, I. P.
NP – Norma Portuguesa

ÍNDICE DE TEXTO

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos e Metodologia	2
1.3. Organização.....	3
2. Argamassas de terra argilosa	5
2.1. A terra como material de construção.....	5
2.2. Rebocos de terra	6
2.2.1. Os agregados.....	7
2.2.2. As adições.....	8
2.2.3. Acabamentos de rebocos e proteções superficiais	9
3. Caracterização das matérias-primas.....	11
3.1. Considerações preliminares	11
3.2. Aglomerantes.....	11
3.2.1. Terra ílítica do Barrocal algarvio	11
3.2.2. Terra caulinítica de Barqueiros	13
3.2.3. Terra bentonítica de Porto Santo	13
3.3. Ligantes	13
3.3.1. Gesso	13
3.3.2. Cal aérea.....	14
3.3.3. Cal hidráulica natural	14
3.4. Areias.....	14
3.4.1. Areia de referência - média.....	15
3.4.2. Areia fina	15
3.4.3. Areia grossa	15
3.5. Adições	15
3.5.1. Fibras naturais.....	16
3.5.2. Óleo de linhaça	17
4. Caracterização dos acabamentos.....	19
4.1. Considerações gerais	19
4.2. Velaturas.....	20

4.2.1. Velatura com óleo de linhaça.....	20
4.2.2. Velatura com primário de caseína	20
4.2.3. Velatura com primário de silicato	21
4.3. Pinturas	21
4.3.1. Pintura com tinta de cal - caliação	21
4.3.2. Pintura com tinta de caseína.....	21
4.3.3. Pintura com tinta de silicatos	22
4.3.4. Pintura com tinta acrílica	22
4.4. Barramentos	22
4.4.1. Barramento de gesso.....	22
4.4.2. Barramento de cal aérea.....	23
4.4.3. Barramento de argila caulinítica.....	23
5. Caracterização das argamassas em estado fresco	25
5.1. Considerações gerais	25
5.2. Formulação das argamassas	25
5.2.1. Vetores de investigação.....	25
5.2.2. Definição de formulações.....	25
5.3. Produção das argamassas	27
5.4. Consistência e abaixamento por espalhamento.....	28
5.5. Consistência por penetrômetro.....	29
5.6. Massa volúmica no estado fresco	29
5.7. Preparação dos provetes e condições de cura	29
5.7.1. Provetes prismáticos	29
5.7.2. Provetes cilíndricos	30
5.7.3. Provetes planares	30
5.7.4. Provetes de reboco sobre tijolo.....	31
6. Caracterização das argamassas em estado endurecido	33
6.1. Considerações gerais	33
6.2. Retração linear por secagem.....	33
6.3. Massa volúmica aparente	34
6.4. Resistências à tração por flexão e à compressão.....	34
6.5. Aderência ao suporte.....	34

6.6. Adsorção e desadsorção de vapor de água	35
7. Ensaio de caracterização das argamassas face à presença de água	37
7.1. Permeabilidade ao vapor de água.....	37
7.2. Absorção de água a baixa pressão por tubos de Karsten	38
7.3. Absorção de água por capilaridade	40
7.4. Secagem.....	43
7.5. Erosão por gotejamento – Geelong test.....	44
8. Apresentação e Discussão de resultados	47
8.1. Resultados obtidos em campanhas anteriores	47
8.2. Resultados de caracterização higroscópica e face à presença de água líquida	50
8.2.1. Grupo 1 – Formulações com areias de diferentes granulometrias.....	51
8.2.2. Grupo 2 – Formulações com diferentes proporções de terra : areia	53
8.2.3. Grupo 3 – Formulações com diferentes terras argilosas	56
8.2.4. Grupo 4 – Formulações com 5% de adição de ligantes	58
8.2.5. Grupo 5 – Formulações com adição de fibras naturais	60
8.2.6. Grupo 6 – Formulações com adição de gesso	62
8.2.7. Grupo 7 – Formulações com adição de óleo de linhaça	64
8.2.8. Grupo 8 – Formulações com ligantes convencionais	66
8.2.9. Síntese dos resultados obtidos para as argamassas sem acabamentos.....	68
8.3. Influência da aplicação de revestimentos.....	74
8.3.1. Ensaio de permeabilidade ao vapor de água	74
8.3.2. Ensaio de absorção de água a baixa pressão.....	75
8.3.3. Ensaio de erosão por gotejamento	76
8.3.4. Síntese dos resultados obtidos pelas argamassas com acabamentos	79
9. Conclusões	83
9.1. Conclusões finais.....	83
9.2. Desenvolvimentos futuros	85
Referências bibliográficas	87
ANEXOS.....	A1
A. 1 – Fichas técnicas	A1
A. 2 – Resultados individuais obtidos na campanha experimental.....	A14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Terra íltica utilizada na formulação das argamassas (Créditos: José Lima)	12
Figura 3.2 – Curva Granulométrica da terra íltica (adaptado de Correia, 2016)	12
Figura 3.3 – Curva granulométrica dos agregados (adaptado de Correia, 2016)	14
Figura 3.4 – Agregados usados nas formulações, areia de granulometria fina, média e grossa, respetivamente da esquerda para a direita (Créditos: José Lima)	15
Figura 3.5 – Fibras de tabúa (Créditos: José Lima)	16
Figura 5.1 – Provetes prismáticos nos moldes metálicos (Créditos: José Lima)	30
Figura 5.2 – Provetes cilíndricos moldados (Créditos: José Lima)	30
Figura 5.3 – Provetes planares moldados (Créditos: José Lima)	31
Figura 6.1 – Ensaio de adsorção e desadsorção de água (Créditos: José Lima)	35
Figura 7.1 – Ensaio de permeabilidade	38
Figura 7.2 – À esquerda a face superior do provete, à direita o tardo do provete ensaiado a absorção de água por baixa pressão	39
Figura 7.3 – Ensaio de absorção de água por baixa pressão, à esquerda provete sem acabamento, E1SF3, à direita provete com acabamento, E1S3_WF5_CFCW	40
Figura 7.4 – À esquerda, o corte das metades dos provetes provenientes do ensaio da resistência à tração por flexão, à direita a colocação da impermeabilização nos provetes	41
Figura 7.5 – Pesagem do provete no ensaio de absorção de água por capilaridade	42
Figura 7.6 – Ensaio de absorção de água por capilaridade	43
Figura 7.7 – Ensaio de secagem	44
Figura 7.8 – Equipamento utilizado no ensaio de erosão por gotejamento	45
Figura 7.9 – Provetes após a realização do ensaio de erosão por gotejamento	45
Figura 8.1 – Massa volúmica aparente e retração linear - resultados obtidos em campanhas anteriores (adaptado de Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)	47
Figura 8.2 – Resistências mecânicas – resultados obtidos em campanhas anteriores (adaptado de Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)	48
Figura 8.3 – Adsorção de vapor de água às 12 h - resultados obtidos em campanhas anteriores (adaptado de Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)	49
Figura 8.4 – Grupo 1 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água	51
Figura 8.5 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 1: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	52
Figura 8.6 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 1: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	52
Figura 8.7 – Ensaio de Secagem – Grupo 1: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	53
Figura 8.8 – Grupo 2 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água	54

Figura 8.9 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 2: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	54
Figura 8.10 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 2: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	55
Figura 8.11 – Ensaio de Secagem – Grupo 2: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	55
Figura 8.12 – Grupo 3 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	56
Figura 8.13 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 3: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	56
Figura 8.14 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 3: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	57
Figura 8.15 – Ensaio de Secagem – Grupo 3: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	57
Figura 8.16 – Grupo 4 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	58
Figura 8.17 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 4: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	58
Figura 8.18 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 4: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	59
Figura 8.19 – Ensaio de Secagem – Grupo 4: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	59
Figura 8.20 – Grupo 5 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	60
Figura 8.21 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 5: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	61
Figura 8.22 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 5: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	61
Figura 8.23 – Ensaio de Secagem – Grupo 5: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	62
Figura 8.24 – Grupo 6 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	62
Figura 8.25 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 6: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	63
Figura 8.26 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 6: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	63
Figura 8.27 – Ensaio de Secagem – Grupo 6: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	64
Figura 8.28 – Grupo 7 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	64

Figura 8.29 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 7: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	65
Figura 8.30 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 7: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	65
Figura 8.31 – Ensaio de Secagem – Grupo 7: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	66
Figura 8.32 - Grupo 7 - Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água	66
Figura 8.33 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 8: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida	67
Figura 8.34 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 8: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade	67
Figura 8.35 – Ensaio de Secagem – Grupo 8: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2	68
Figura 8.36 – Permeabilidade ao vapor de água das formulações sem e com acabamentos	74
Figura 8.37 – Espessura da camada de ar equivalente das formulações sem e com acabamentos	75
Figura 8.38 – Ensaio de absorção de água a baixa pressão das formulações sem e com acabamentos	76
Figura 8.39 – Ensaio de erosão por gotejamento: quantidade de água absorvida das formulações sem e com acabamentos	76
Figura 8.40 – Ensaio de erosão por gotejamento: perda de massa das formulações sem e com acabamentos	77
Figura 8.41 – Ensaio de erosão por gotejamento: área erodida das formulações sem e com acabamentos	78
Figura 8.42 – Ensaio de erosão por gotejamento: profundidade da erosão das formulações sem e com acabamentos.....	78

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 4.1 – Síntese dos provetes com acabamentos	20
Quadro 5.1 – Constituição das formulações	26
Quadro 5.2 – Quantidades relativas das formulações	28
Quadro 7.1 – Síntese dos resultados obtidos pelos materiais em consideração para o manuseamento dos provetes	41
Quadro 8.1 – Síntese dos resultados obtidos em campanhas anteriores (Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)	50
Quadro 8.2 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água para as argamassas sem acabamentos	69
Quadro 8.3 – Síntese dos resultados do ensaio de absorção de água por baixa pressão para as argamassas sem acabamentos	70
Quadro 8.4 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de absorção de água por capilaridade para as argamassas sem acabamentos	71
Quadro 8.5 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de secagem para as argamassas sem acabamentos	72
Quadro 8.6 – Avaliação qualitativa das argamassas sem acabamentos.....	73
Quadro 8.7 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água para as argamassas sem/com acabamentos	79
Quadro 8.8 – Síntese dos resultados do ensaio de absorção de água por baixa pressão para as argamassas sem/com acabamentos	80
Quadro 8.9 – Síntese dos resultados do ensaio de erosão por gotejamento para as argamassas sem/com acabamentos	81
Quadro 8.10 – Avaliação qualitativa das argamassas com acabamentos.....	82

DISSEMINAÇÃO DE RESULTADOS

No âmbito da disseminação de resultados desta dissertação foi realizada uma publicação preliminar:

LIMA, J.; FERREIRA, M.; FARIA, P. (2017) – Rebocos de terra: caracterização higroscópica e face à presença de água líquida. CREPAT 2017 – Congresso da reabilitação do património. UA, 29-30 de junho de 2017. A. Costa, A. Velosa, A. Tavares (Eds.), Universidade de Aveiro, ISBN: 978-989-20-7623-2, p. 21-29.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Desde o início da construção que a terra é utilizada em diversas tecnologias construtivas, devido à sua abundância e disponibilidade na natureza. A aplicação deste material era tão variada que podia ser utilizado como constituinte principal de uma parede, como a taipa e as alvenarias de adobe, ou então sob a forma de argamassa de assentamento para paredes de alvenaria de pedra argamassada e ainda como argamassas de revestimento para rebocos de paredes interiores.

Com o desenvolvimento das civilizações, novos materiais e tecnologias foram surgindo com o interesse de melhorar certas características que a modernização da construção exigia, surgindo um consequente desinteresse no uso de processos antigos onde, muitas das vezes, a terra era o componente principal. Contudo, esta foi sempre utilizada em diversos métodos construtivos devido à sua fácil obtenção e custos reduzidos. Estudos revelaram que atualmente ainda existem cerca de três mil milhões de pessoas, ou seja, metade da população mundial, a residir em edifícios construídos com técnicas que empregam o uso de terra (Faria, 2007b).

Em Portugal a terra foi utilizada até meados do século XX. Noutros países da Europa deixou de ser utilizada mais cedo. No entanto na maior parte dos países ditos desenvolvidos essencialmente desde os anos 80 do século XX a construção com terra tornou a chamar a atenção principalmente dos arquitetos (Beirão e Bastos, 2000).

Recentemente tem vindo a existir cada vez mais uma maior procura pelo estudo da terra como material de construção e das diferentes tecnologias em que a mesma pode ser aplicada. Este interesse deve-se, em primeiro lugar, à necessidade de reabilitar e de conservar os edifícios existentes que se encontram degradados. Por outro lado, estas intervenções devem ser reversíveis, caso se venha a verificar no futuro que não são adequadas, e devem promover a compatibilidade dos diversos materiais existentes nos edifícios.

Para além das preocupações com as tecnologias e materiais a aplicar nas intervenções a fazer aos edifícios construídos com terra, tem surgido em geral um grande interesse na utilização de argamassas com menor impacto ambiental. Neste contexto, o estudo de argamassas de terra tem ganho relevância para rebocar diferentes tipos de paredes, devido à sua inserção neste grupo de produtos, pois estas argamassas são reconhecidas internacionalmente como produtos eco-eficientes, principalmente por apresentarem pouca energia incorporada no seu ciclo de vida (Melià, 2014). Para além disso, no seu fim de vida, as argamassas de terra podem ser recicladas com baixo consumo de energia mecânica, podendo ser caracterizadas como um material sustentável. Isto acontece sempre que não é adicionado nenhuma adição química à argamassa, como ligantes convencionais, sejam eles cimentos ou cais (Minke, 2006).

Por outro lado, as argamassas de terras que contenham uma grande percentagem de argila têm propriedades muito relevantes para a aplicação em rebocos interiores, uma vez que esta matéria-prima apresenta uma elevada capacidade de adsorção e desadsorção de vapor de água, devido à alta higroscopicidade da argila. Esta característica permite que, quando um reboco à base de terra é aplicado no interior de um edifício, exista maior perceção de conforto por parte dos ocupantes, pois o reboco

funcionará como regulador de humidade, contribuindo para melhorar a qualidade do ar e mitigar a ocorrência de problemas de saúde ao nível respiratório, como alergias ou asma (WHO,2009).

Apesar do interesse a nível internacional por estes materiais, constata-se ainda que não existem Normas Europeias; apenas na Alemanha o Deutsches Institut für Normung (DIN) publicou em 2013 a norma DIN 18947 (DIN, 2013), que é exclusivamente direcionada para argamassas de reboco de terra não estabilizadas.

O trabalho desenvolvido na presente dissertação insere-se numa investigação abrangente, ainda em curso, que compreende a caracterização de rebocos realizados com terras argilosas extraídas da bacia sedimentar do Algarve, nas quais prevalece a argila ilítica. Esta argila conjuga características vantajosas para a realização de rebocos de terra, nomeadamente reduzida expansibilidade e elevada capacidade de adsorção de vapor de água, propriedades que foram já confirmadas em campanhas anteriores a esta investigação (Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016a; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Correia, 2016). O presente trabalho insere-se ainda no projeto PTDC/EPH-PAT/4684/2014: DB-HERITAGE – Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia

1.2. Objetivos e Metodologia

A presente dissertação tem como objetivo geral contribuir para o aprofundamento do conhecimento das argamassas de terra argilosa para elaboração de rebocos interiores, com especial foco no comportamento deste tipo de argamassas face à presença de água, no estado líquido e em vapor. Este estudo foi motivado pelo interesse em utilizar como material de construção as terras argilosas, numa tecnologia essencial em qualquer obra – o reboco –, no sentido de diminuir a energia incorporada e os resíduos produzidos, quer em obra, quer ao longo do ciclo de vida do edifício. Pretende-se, nomeadamente, avaliar de que forma as adições de ligantes, de fibras vegetais e de óleo de linhaça na formulação das argamassas podem aumentar a resistência à água das argamassas de terra, assim como a influência que a aplicação de determinados acabamentos e tratamentos de superfície podem ter no seu comportamento.

Para tal, foi realizada uma campanha experimental de forma a avaliar as características de argamassas de terra face à presença de vapor de água e à presença de água no estado líquido. As argamassas em estudo foram executadas no âmbito do trabalho de doutoramento do Arquiteto José Lima, iniciados em junho de 2014 (Lima & Faria, 2016; Lima et al.,2016a; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c), mais tarde com a cooperação da Engenheira Débora Correia (Correia, 2016; Lima et al., 2016a), da aluna de mestrado Sara Silva (Lima et al., 2016c) e a presente autora, aluna de mestrado no perfil de construção. Neste âmbito, realizaram-se 24 formulações com diferentes terras como aglomerantes, ligantes, agregados e adições.

Por outro lado, foram ainda estudados 10 acabamentos que foram aplicados sobre a superfície dos provetes. A escolha dos acabamentos passou pela sua procura no mercado, tendo em atenção acabamentos que eventualmente possam anular certas qualidades destas formulações, mas que são bastantes recorrentes em obra, e outros não tão comuns, mas que possam potenciar as características que se pretendem obter dos rebocos de terra.

1.3. Organização

A dissertação está dividida em dez capítulos. No primeiro e presente capítulo é apresentado o enquadramento do tema, os objetivos e a metodologia que levaram ao seu desenvolvimento, bem como a organização do documento.

No segundo capítulo é feita a revisão da literatura onde se expõe uma abordagem aos seguintes temas: a terra como material de construção; as características dos rebocos de terra e dos seus diferentes componentes; qual o comportamento destes rebocos face à presença de água e a caracterização dos acabamentos aplicados sobre rebocos interiores.

No terceiro capítulo é feita a caracterização detalhada de todas as matérias-primas que foram utilizadas ao longo deste estudo, divididas pelas seguintes categorias: aglomerantes, ligantes, agregados e adições.

O quarto capítulo descreve a caracterização dos diferentes acabamentos escolhidos para serem aplicados sobre os provetes, após a sua cura, divididos em velaturas, pinturas e barramentos. É também feita a descrição da elaboração desses mesmos revestimentos em laboratório e a aplicação sobre os provetes.

No quinto capítulo é apresentada sucintamente todas as formulações executadas e a preparação dos diferentes provetes, inclusive todos os ensaios que foram necessários para a caracterização das argamassas no estado fresco.

No sexto capítulo são descritos todos os ensaios que caracterizam as argamassas no estado endurecido, dando-se relevância à determinação das resistências mecânicas e físicas das argamassas.

No sétimo capítulo são descritos detalhadamente os ensaios de caracterização das argamassas face à presença de vapor água e à presença de água no estado líquido. Estes ensaios tiveram em consideração os diferentes provetes com e sem acabamento.

No oitavo capítulo é feita a apresentação dos resultados e a discussão dos mesmos, agrupando-os segundo as características a analisar.

Por fim, no nono capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho realizado e propostas de possíveis desenvolvimentos futuros.

2. ARGAMASSAS DE TERRA ARGILOSA

2.1. A terra como material de construção

Desde o início da construção que a terra é utilizada como uma das matérias-primas essenciais a qualquer obra, devido à sua abundância na natureza e à capacidade aglutinante conferida pela argila. A utilização deste material era visível em todas as civilizações, e usada como parte integrante quer de edifícios de pequenas dimensões, quer em monumentos importantes para as populações, como os edifícios de culto ou de atividades militares. Em Portugal, a terra foi bastante aproveitada em tecnologias da construção, sendo essencialmente aplicada como constituinte fundamental de paredes de taipa, de alvenaria de adobe ou ainda como argamassa para assentamento de alvenarias de adobe, de pedra ou até como reboco de paredes. A taipa foi usada para execução de paramentos exteriores até aos anos 50 a 60 do século XX, nas zonas do Alentejo e do Algarve, mas também na zona de Leiria; a alvenaria de adobe, para a produção de paredes interiores quando as exteriores eram de taipa, ou então para a execução de paredes exteriores muito usada nas zonas de Aveiro, Leiria e Setúbal; e ainda as paredes de tabique, que predominavam nas zonas junto ao rio Douro e no norte do país, cuja principal utilização era em paredes divisórias interiores, ou ainda, em paredes exteriores dos pisos mais elevados (Faria & Henriques, 2006; Oliveira et al. 2017; Ferreira et al., 2017).

Com a evolução do conhecimento e com o desenvolvimento das indústrias, surgiram novos materiais essenciais na construção. O aparecimento do cimento Portland revolucionou o sector da construção, suscitando novas tecnologias e sistemas de aplicação deste material, sendo o mais usual e ainda presente nos dias de hoje, o betão. Para além disso, o começo da cozedura de terras barrentas, originou a aproveitação de produtos cerâmicos, como tijolos e telhas, diminuindo assim a procura de utilização de técnicas tradicionais, que tinham por base o uso de terras cruas. A construção passa, então, a utilizar principalmente materiais transformados que sofrem aumentos económicos e energéticos, devido à energia que lhes é incorporada durante o processo de produção. Estes efeitos estão diretamente relacionados com o aumento da população que exige a construção de uma maior quantidade de edifícios, para diversas finalidades, fazendo do sector da construção um dos maiores a nível internacional. Como resultado do aumento exponencial do setor, o consumo de matérias-primas para a produção de produtos transformados sofreu um incremento, aumentando as extrações de matérias-primas a maiores profundidades, as distâncias entre os locais de obtenção dessas matérias-primas e os locais da sua exploração, encarecendo, por conseguinte, os preços dos produtos e a complexidade deste negócio. Para além dos aspetos sociais, o sector da construção é dos mais prejudiciais para o ambiente, tanto pelos processos de extração já indicados, como também pelas emissões de diversos gases poluentes, inviabilizando a sua sustentabilidade.

Tendo em consideração os perigos para a saúde pública e o aumento da preocupação com a conservação do ambiente, existe a necessidade de alcançar soluções para colmatar estas problemáticas. É neste sentido que a terra volta a ter importância nas aplicações de tecnologias construtivas devido à sua sustentabilidade, uma vez que pode ser utilizada crua, sem que seja sujeita a qualquer processo de calcinação (Faria et al., 2014a), apresentando propriedades ao nível da resistência ao fogo e da toxidade muito boas. O facto de as técnicas que empregam a terra emitirem reduzidas taxas de dióxido de carbono,

faz com que este material seja favorável à sua aplicação, contrariamente aos produtos transformados que possuem custos energéticos e de transporte elevados. Para além das características já indicadas, a utilização da terra sem a adição de estabilizadores químicos proporciona a reciclagem e reutilização deste material, contribuindo para a redução dos resíduos de construção. Um dos inconvenientes da utilização da terra passa pela especialização da mão de obra, exigindo formação e conhecimentos sobre as melhores aplicações do material, encarecendo o custo destes trabalhos. Também nesse sentido têm sido concertados esforços, nomeadamente a nível Europeu, para estabelecer unidades de formação e sistemas de validação de competências profissionais comuns (W1).

Avaliando todas as propriedades inerentes à utilização da terra nas tecnologias da construção, pode-se concluir que a reintrodução deste material será benéfica e o aprofundamento do estudo das técnicas tradicionais e sua eventual otimização e modernização é essencial para a diminuição dos impactos causados pelo setor da construção.

No campo das intervenções de reabilitação e conservação de edifícios, a utilização de técnicas que envolvam a terra é fundamental, uma vez que estas ações devem salvaguardar a compatibilidade dos materiais, bem como proporcionar a reversibilidade das tecnologias.

2.2. Rebocos de terra

O âmbito da aplicação de argamassas é bastante vasto, existindo argamassas para assentamento de alvenarias, refechamento de juntas, revestimento de paramentos verticais, sejam interiores ou exteriores, enchimento e regularização de paramentos horizontais, estejam expostas frequentemente ao choque ou não, como as betonilhas de pavimentos e de tetos. Esta tecnologia resulta da mistura de pelo menos um agregado com um ligante/aglomerante e água, podendo ser ainda adicionados à mistura adjuvantes e/ou adições. As argamassas podem ser classificadas de diversas formas, como por exemplo quanto à sua aplicação (já enumeradas anteriormente), admitindo-se diferentes exigências, dependendo da sua aplicação. Quanto ao processo de endurecimento, as argamassas podem ser classificadas quanto a um endurecimento apenas por secagem – são os casos das argamassas de terra sem adição de ligantes com reação química – ou por presa química, no caso das argamassas mais correntes que utilizam ligantes químicos, sendo os mais comuns os cimentos e as cals. Relativamente ao ligante utilizado nas argamassas, estas podem ser classificadas como hidráulicas, aéreas ou ainda bastardas, quando se utiliza mais do que um ligante na mistura, geralmente com características diferentes (Faria, 2007a).

O local de produção das argamassas também interfere na sua preparação. Quando a mistura é preparada em obra, a argamassa é denominada tradicional e quando a mistura é preparada em fábricas, a argamassa é denominada industrial ou pré-doseada, em conformidade com a NP EN 998-1 (IPQ, 2013) no caso das argamassas de reboco.

No caso de argamassas de terra, a mistura é feita com terra argilosa de granulometria fina, areia e água. Os finos presentes na terra são argilas e são os únicos a atuar como aglomerantes na mistura. Assim sendo, é necessário que a percentagem de argila seja suficiente para conferir à argamassa a sua função, concedendo uma boa trabalhabilidade, no estado fresco, e dureza, no estado endurecido. A escolha da areia a ser adotada nestas argamassas terá de ser realizada, tendo em conta que é maioritariamente este componente que vai conferir as resistências mecânicas, bem como a durabilidade

da argamassa (Lima et al., 2016a). Como em todas as argamassas, mas em particular nas de terra, deve escolher-se uma areia que apresente uma granulometria equilibrada, com pouca percentagem de partículas grossas ou finas, uma vez que estas últimas aumentam a fissuração e consequente diminuição das resistências mecânicas (Zak et al., 2016).

No que diz respeito aos rebocos, as argamassas possuem exigências construtivas ao nível da aderência ao suporte, resistência ao choque e consistência (Henriques, 2012). No sentido de cumprir estas exigências muitas vezes são adicionadas às argamassas adjuvantes, melhorando algumas das suas propriedades. As argamassas de terra apresentam usualmente reduzidas resistências mecânicas, pelo que, por vezes existe a necessidade de adicionar outros constituintes. Neste sentido, para a melhoria das resistências mecânicas, adicionam-se ligantes, com propriedades conhecidas que favorecem a argamassa através de um processo químico. No entanto, a adição de ligantes em baixas percentagens muitas vezes não conduz a um aumento das resistências (Gomes et al., 2016). Para o controlo da retração excessiva adicionam-se-lhes areia e fibras, podendo estas ser de diferentes origens, aumentando a estabilidade dimensional das argamassas. Relativamente à resistência da argamassa em contacto com a água, podem adicionar-se óleos ou ligantes, no sentido de evitar a dissolução da argila, e consequente falência da argamassa endurecida. Contudo, o efeito destas adições ainda não está devidamente estudado e o conhecimento das proporções mais indicadas para cada adição ou adjuvante ainda se encontra em investigação (Gomes et al., 2012a; Gomes et al., 2012b; Lima et al., 2016b).

Para além dos aspetos já indicados, a terra argilosa presente neste tipo de rebocos pode apresentar características importantes que podem contribuir para a salubridade dos compartimentos onde são aplicados (Lima et al., 2016b). Apresentam propriedades que contribuem para a estabilização das condições de humidade relativa (HR) no interior dos compartimentos, melhorando a qualidade do ar e a perceção de conforto por parte dos ocupantes desses compartimentos (Minke, 2006; Maddison et al., 2009; Liuzzi et al., 2013)., surgindo a possibilidade da diminuição de doenças respiratórias que se propaguem pelo ar, tais como, alergias, infeções e irritações das membranas mucosas ou até asma (WHO, 2009). Como a perceção de frio e calor está relacionada com a HR, e como os rebocos de terra atuam como reguladores da HR do ambiente, o desconforto sentido por parte dos ocupantes será menor (Moret-Rodrigues et al., 2009).

2.2.1. Os agregados

Tal como referido anteriormente, os agregados presentes na formulação de argamassas são areias e têm a função de contribuir para as resistências mecânicas, estabilidade dimensional e durabilidade. As areias admitem grãos de formas e volumes aleatórios podendo ser obtidas de forma natural, em rios e areeiros, ou artificial, através da britagem de pedra, o que lhes confere diferentes características dependendo do meio de obtenção. A granulometria das areias influencia também as propriedades finais dos rebocos, uma vez que grãos maiores podem originar argamassas menos compactas e mais difíceis de aplicar em rebocos, e que grãos mais finos podem diminuir as resistências, suscitando o aparecimento de fissuras; daí que seja muito importante que as areias adotadas tenham grãos de diferentes dimensões. A forma das partículas do agregado também pode influenciar a ligação deste à terra, uma vez que se os grãos tiverem uma forma mais angular apresentam maior superfície, aumentando a ligação às argilas e obtendo-se uma estrutura mais estável. A condutibilidade térmica final do reboco também está relacionada

com as dimensões dos grãos das areias, visto que quanto maior for a percentagem de partículas finas, maiores são os valores de condutibilidade térmica (Santos et al., 2015). Lima et al. (2016b), verificou que o aumento da quantidade de areia em formulações de argamassas de terra diminui as resistências mecânicas à tração e à compressão; no entanto a aderência ao suporte segue o comportamento inverso até certas quantidades.

2.2.2. As adições

Ligantes minerais

Tal como referido anteriormente, no sentido de melhorar as resistências mecânicas dos rebocos de terra após a cura, muitas vezes adicionam-se ligantes, que originam reações químicas nos processos de cura. Gomes et al. (2012a) verificou que o valor do módulo de elasticidade dinâmico tem tendência a aumentar com a adição deste tipo de produtos, sendo mais visível esta ação nas formulações com a adição de cal hidráulica. Relativamente às resistências mecânicas, verifica-se que o aumento da percentagem de adição de cal aérea aumenta a resistência à tração, o que não se verifica com o aumento da adição de cal hidráulica, que diminui ligeiramente essa resistência, conferindo outros benefícios já mencionados. Gomes et al (2012b) verificou que a cal aérea aumenta também as resistências das argamassas à compressão. Mas este acréscimo não será sempre obtido, tal como verificado por Teixeira (2014), uma vez que depende do tipo de argila e ligante, bem como da respetiva proporção.

A adição de gesso pode ser feita quando se pretende estabilizar as argamassas de terra, por ser um material mineral (Mattone & Bignamini, 2012). Este material é conhecido por apresentar um tempo de presa muito reduzido – que muitas vezes é condicionante durante a produção das argamassas –, e aumentar as resistências à tração e à compressão. Porém, quando se utiliza uma maior quantidade de água para aumentar o tempo de presa, esse incremento afeta as melhorias que esta adição proporciona nos rebocos, aumentando a porosidade dos mesmos (Zak et al., 2016). Henriques (2012), refere que a adição de gesso melhora a aderência ao suporte, dado que este material apresenta boa aderência a ferro, ao tijolo e a pedras naturais, contrariamente à madeira, cuja as forças de ligação são muito menores. Por ser um mau condutor de calor, o gesso apresenta um reduzido valor de condutibilidade térmica (Pina dos Santos et al., 2006); contudo, e apesar de apresentar características importantes ao nível do conforto acústico, por minimizar os tempos de reverberação, não apresenta uma elevada massa volúmica, não podendo ser considerado, por si só, um bom material para isolamento acústico (Meisser, 1978; citado por Mendonça, 2005).

Fibras

Devido às propriedades das argilas, as argamassas de terra apresentam grandes retrações após a cura. No sentido de controlar este feito adota-se muitas vezes a adição fibras, que podem ter origem vegetal ou animal. Com este tipo de adição é visível a diminuição do aparecimento de fissuras nos rebocos durante a fase de secagem, para além de um aumento ao nível do conforto térmico e acústico (Ashour et al., 2015).

A adição de fibras é sensível quanto à percentagem de material a adicionar nas argamassas, uma vez que o seu incremento diminui significativamente as retrações lineares. No entanto se forem adicionadas

percentagens muito elevadas, o efeito destes adjuvantes é oposto ao desejado, isto porque para se obter a mesma consistência e trabalhabilidade por parte da argamassa é necessária a adição de uma quantidade elevada de água (Lima, 2016b).

No que diz respeito à massa volúmica aparente e à condutibilidade térmica, a adição de fibras reduz estes parâmetros. Apesar de a redução da massa volúmica aparente ser desprezável para rebocos, as argamassas beneficiam ao nível do isolamento térmico, pois tornam-se mais leves (Röhlen & Ziegert, 2011).

Ainda como vantagem destas adições, verificou-se que as fibras aumentam as resistências às tração e compressão das argamassas, bem como a aderência ao suporte de rebocos de terra (Lima, 2016b)., uma das exigências desta tecnologia.

Resistência à água líquida

Um dos maiores inconvenientes da utilização da terra em argamassas é o facto de estas argamassas em contacto com água, adquirirem novamente plasticidade, perdendo a resistência que adquiriram durante a secagem e consequente endurecimento. Apesar da introdução de água em elevadas quantidades proporcionar a capacidade de reciclagem de rebocos de terra sem adição de estabilizadores químicos, é necessário garantir que a presença de água em quantidades normais, nomeadamente através de atividades de manutenção com água ou exposição controlada à água, não condiciona a função da argamassa. Para isso, podem ser adicionados adjuvantes que melhorem o comportamento das argamassas perante a presença de água no estado líquido (Lima et al., 2016; Santos et al., 2014).

A adição de produtos químicos para estabilização das argamassas, como os ligantes, também aumenta a resistência à água, diminuindo a zona afetada pela ação deste líquido e a rapidez de retorno ao estado fresco. Isto porque estes produtos conferem à argamassa certas ligações químicas entre os seus componentes durante o processo de cura: ligações que vão suportar as ações da água em pequenas quantidades. A adição de adjuvantes para o controlo das retrações, como as fibras, de modo indireto também favorece a compacidade.

Silva et al. (2013) verificou que a adição de estabilizadores alcalinos melhora gradualmente a durabilidade de argamassas de terra na presença de água no estado líquido.

Apesar das referidas melhorias indiretas produzidas pela adição da maioria dos adjuvantes às argamassas de terra quanto à ação da água, poucos estudos foram ainda realizados sobre esse efeito.

2.2.3. Acabamentos de rebocos e proteções superficiais

Pinturas

Desde o período Paleolítico que o uso de tintas é aplicado em construções, com função estética e protetora dos materiais (Eusébio e Rodrigues, 1990). Com a evolução, novos materiais e técnicas de aplicação foram surgindo, relativos à pintura de paredes.

As pinturas das superfícies estão inseridas em sistemas que, na maioria das vezes, envolvem primários antes da aplicação das tintas. Os primários têm propriedades semelhantes às das tintas, excetuando o pigmento que não lhe é adicionado, por ser o primeiro a ser aplicado sobre uma superfície e não estar, por

isso, à vista. O objetivo desta primeira camada passa por aderir bem ao suporte e conferir boa aderência à tinta aplicada a seguir.

As tintas são geralmente constituídas por veículos (fixo e volátil), pigmentos, cargas e aditivos. A função do veículo fixo passa por conferir à tinta a adesão de todos os constituintes no suporte, bem como a coesão do filme, formando uma película contínua e sólida. O veículo fixo é principalmente constituído por produtos orgânicos complexos, nomeadamente ligantes, aglutinantes ou resinas. O veículo volátil, conhecido como solvente ou diluente, tem função de liquidificar o ligante, para que a aplicação deste seja mais fácil. A sua evaporação acontece durante a aplicação e secagem do sistema de pintura (Eusébio, 1985).

Os pigmentos são partículas sólidas, muito finas e maioritariamente insolúveis no veículo. A sua função é a de conceder ao sistema de pintura cor e opacidade, podendo ter origens orgânicas (vegetal ou animal) ou inorgânicas (como as terras coloridas) (Eusébio, 1985).

As cargas são substâncias inorgânicas constituídas por partículas granulares ou em pó que são insolúveis no veículo. O objetivo das cargas é o de conceder as características físicas à tinta, como o controlo da reologia, a redução do brilho, o aumento da resistência mecânica do sistema de pintura, bem como a resistência à difusão e à ação de ácidos agressivos. No caso de pigmentos claros, as cargas também aumentam o poder de cobertura dos mesmos (Gil, 2013).

Os aditivos têm a finalidade de melhorar as condições de aplicação das tintas, bem como as características da película seca. São geralmente produtos líquidos, viscosos ou sólidos de partículas muito finas, solúveis nos veículos. A adição deste constituinte é feita em pequenas percentagens na tinta (Eusébio, 1985).

Barramentos

O revestimento de paramentos com o recurso a barramentos surge no período moderno, entre os séculos XV e XVIII, no auge do período Barroco, sendo utilizados na maioria dos edifícios, independentemente da sua finalidade (Tavares, 2009). Esta tecnologia é considerada uma boa solução de acabamento, uma vez que possui uma elevada durabilidade e capacidade de proteção. Sendo uma das principais funções do barramento a proteção de rebocos, o destacamento desta camada leva à exposição dos rebocos, apressando a sua degradação (Gonçalves, 1996).

Os barramentos podem ser constituídos por diferentes ligantes, sendo o mais comum a cal, na forma de pasta. Para além do ligante, o barramento é constituído também por agregados de granulometria fina e adições de pó de pedra e/ou mármore. A sua aplicação sobre o reboco passa pela passagem de duas a três camadas finas da pasta obtida, aumentando a espessura das mesmas ao longo do processo de aplicação (Veiga, 2007), mas nunca ultrapassando espessura final de poucos milímetros.

A aparência deste revestimento pode ser colorida, sendo os corantes dissolvidos em água antes da introdução na mistura. Habitualmente, os barramentos são aplicados à cor natural, conferida pelo ligante, podendo ser aplicada posteriormente uma pintura, por vezes a fresco.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

3.1. Considerações preliminares

Tal como referido anteriormente, a campanha experimental desta dissertação enquadra-se num estudo de doutoramento mais abrangente. Dessa forma, os provetes analisados foram produzidos e caracterizados no âmbito desse doutoramento e de outras dissertações de mestrado já referidas, mas sem que essa caracterização incluísse o comportamento face à água líquida e, nalguns aspetos, na forma de vapor. Assim, os materiais utilizados foram também caracterizados no âmbito desses trabalhos, alguns deles ainda em curso.

Para definir as argamassas estudadas optou-se por designar os seus constituintes segundo os seus termos em inglês. Daí, para definir as terras utilizadas adotou-se a letra E, de *earth*, para denominar a terra argilosa íltica, que está presente na maioria das formulações; a letra K, de kaolin, para a terra à base de caulino; e a letra B, para a terra com prevalência de bentonite, cujo o nome é idêntico em português e em inglês. Para designar os ligantes considerados neste estudo, adotou-se a letra G, de *gypsum*, para o gesso, as letras de CL, de *aerial lime*, para a cal aérea; e ainda as letras NHL, de *natural hydraulic lime*, para a cal hidráulica natural. Em relação às areias, optou-se por usar a letra S, de *sand*, para a areia de referência; as letras SF, de *sand fine*, para a areia fina; e as letras SC, de *sand coarse*, para a areia com granulometria mais grosseira. Relativamente às adições que foram introduzidas nas argamassas, adotou-se as letras WF, de *wheat fibers*, para a adição das fibras de trigo; as letras OF, de *oat fibers*, para as fibras de aveia; as letras TF, de *typha fibers*, para as fibras tabúia; e por fim, para a adição de óleo de linhaça foram adotadas as letras LO, de *linseed oil*.

3.2. Aglomerantes

Dado que o estudo deste trabalho se centra em argamassas de terra, optou-se por organizar todas as terras dentro de um subcapítulo designado aglomerantes. Este título deve-se às propriedades que as terras apresentam, quando misturadas com agregados e água. Contrariamente aos ligantes, que geram uma reação química de ligação com os outros componentes, as terras não sofrem esta reação, apenas admitem uma alteração física e aglomeram-se com os outros materiais após a secagem da argamassa.

Nesta investigação foram alvo de estudo três terras argilosas com características muito distintas, com o intuito de avaliar as características dos diferentes minerais presentes nas terras escolhidas: uma terra íltica, uma terra caulínica e uma terra bentonítica. No entanto, para a formulação da maioria das argamassas de reboco adotou-se apenas a utilização de uma terra íltica do Barrocal algarvio, devido às propriedades que esta apresenta comparativamente à terra caulínica e à terra bentonítica.

3.2.1. Terra íltica do Barrocal algarvio

A terra íltica presente nas argamassas analisadas (Figura 3.1) foi extraída de um “barreiro”, que atualmente ainda se encontra em atividade, localizado no sector Este da sub-região do “Barrocal”, na zona mais alta da bacia sedimentar do Algarve (Lima et al., 2016a). Nesta sub-região podem-se encontrar

grandes ocorrências de solos argilosos. A argila, proveniente da terra que foi utilizada na maioria das formulações, tem uma composição mineralógica dominada pela ilite (Manuppella et al., 1985), devido ao processo geológico de sedimentogenises em ambiente marítimo que está presente na sua formação.



Figura 3.1 – Terra ilítica utilizada na formulação das argamassas (Créditos: José Lima)

A grande concentração deste mineral foi o fator predominante na escolha das terras para este estudo, pois é ele que promove a elevada capacidade de adsorção de vapor de água e a baixa expansão na presença de água em estado líquido. Estas propriedades provêm da estrutura cristalina que a ilite apresenta, uma vez que é organizada por uma sucessão de camadas de tetraedros/octaedros/tetraedros, que são espaçadas por cátions de potássio, elemento responsável pela reduzida expansibilidade (Botelho-da-Costa, 2004; Gomes, 2009). As características indicadas são muito relevantes no que diz respeito à aplicação de rebocos interiores, dado que potencializam a capacidade dos rebocos para atuarem como reguladores de humidade do ambiente de cada compartimento, reduzindo o aparecimento de fissuras, já que, durante o processo de secagem, as argamassas não sofrem grandes retrações.

O processo de preparação da terra argilosa para a execução dos ensaios passou pela secagem, desagregação e peneiração da terra pelo peneiro de 2 mm de malha no intuito de eliminar as partículas de maior dimensão. A análise da dimensão das partículas argilosas foi realizada segundo a norma EN 1015-1 (CEN, 1998), que descreve o processo de peneiração seca e a respetiva curva de distribuição das partículas que está apresentada na Figura 3.2.

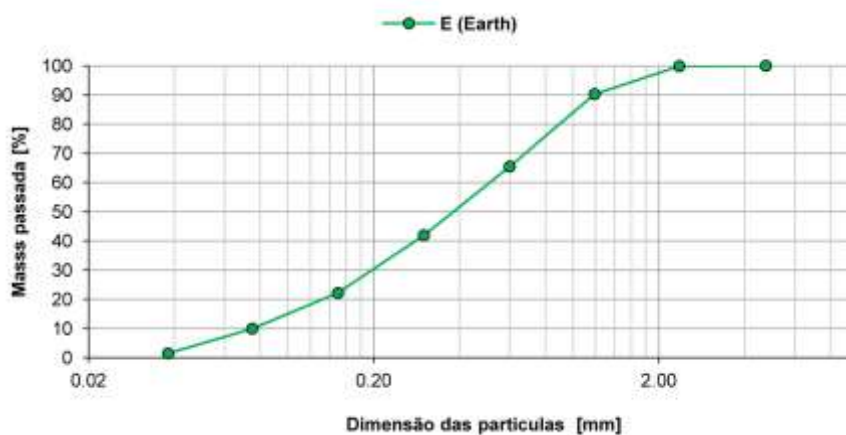


Figura 3.2 – Curva Granulométrica da terra ilítica (adaptado de Correia, 2016)

3.2.2. Terra caulinítica de Barqueiros

A terra caulinítica utilizada numa das formulações analisadas foi extraída de um depósito mineral localizado em Barqueiros, Vila Nova de Famalicão, no litoral norte do país. A empresa que fornece a matéria-prima explora o mineral caulino do tipo sedimentar, que aparenta uma granulometria fina e cor branca. O depósito de onde é escavado é constituído por areias cauliníticas procedidas por seixo quartzítico, que diminui de espessura de poente para nascente. Por se tratar de um produto natural, a sua estrutura é principalmente constituída pelos minerais de caulino e quartzo, mas também apresenta alguma percentagem de feldspato e mica (W2) (Anexo A1.1).

3.2.3. Terra bentonítica de Porto Santo

A terra bentonítica que está presente numa das formulações estudadas provém da ilha de Porto Santo, do arquipélago da Madeira, e foi extraída da Serra de Dentro, localizada a nordeste da ilha. As argilas esmetíticas presentes nesta terra resultam da alteração de materiais vulcanoclásticos submarinos e aparentam uma cor esverdeada. Estas alterações ocorreram por processos de meteorização, primeiramente em condições subaquáticas e posteriormente à superfície, formando extensos depósitos de argilas. Estes depósitos são atravessados por rochas filonianas escuras de natureza basáltica que suportam e preservam a deposição das terras bentoníticas na serra, protegendo-as da erosão (W3).

Estes fenómenos de alternância entre rochas e solo desenham auréolas de metamorfismo na zona de contacto entre os filões e as argilas, onde é visível elevada fissuração, compatível com o fenómeno de retração, uma das características muito frequentes das argilas (W3).

3.3. Ligantes

No sentido de examinar certas características das argamassas de terra surgiu a necessidade de elaborar formulações com ligantes considerados convencionais para a execução de rebocos interiores, especialmente utilizados em intervenções de reabilitação. Assim, reproduziram-se em laboratório formulações de argamassas com gesso, cal aérea e cal hidráulica natural, os quais são caracterizados no presente subcapítulo.

Em vista de analisar a comparação com a formulação de terra argilosa, produziram-se argamassas com a mesma proporção aglomerante/ligante:areia de referência.

3.3.1. Gesso

Por ser um dos ligantes mais comuns para o revestimento de paredes interiores, o gesso foi um dos ligantes escolhidos. Utilizou-se um gesso hemi-hidratado não aditivado, constituído por sulfato de cálcio natural, que lhe confere uma cor branca. Este material é produzido e comercializado pela empresa SIVAL e é fornecido sob a forma de pó micronizado (resíduos nos peneiros: $500\ \mu\text{m} \leq 0,10\%$; $300\ \mu\text{m} \leq 0,65\%$), pronto a utilizar misturado com água através de amassadura mecânica, numa proporção de 1 l de água para 1,45 kg de gesso. A aplicação deste gesso destina-se à execução de estuques em paredes e teto, segundo o método tradicional (Anexo A 1.2).

3.3.2. Cal aérea

A cal utilizada é uma cal cálcica de construção que aparenta uma cor branca devido ao seu elevado teor de hidróxido de cálcio, superior a 93%, que concede à argamassa uma elevada trabalhabilidade – característica importante na aplicação de argamassas de revestimento –, para além de uma alta permeabilidade ao ar. A cal aérea é fornecida sob a forma de pó (correspondendo ao material que passa no peneiro com 125 μm de malha) após calcinação da rocha calcária e hidratação por aspersão controlada de água da cal viva obtida da calcinação. A cal utilizada foi uma cal H100 produzida pela Lusical (Anexo A 1.3).

3.3.3. Cal hidráulica natural

A cal hidráulica natural é constituída maioritariamente por silicatos e aluminatos de cálcio e hidróxido cálcio, tendo-se utilizado a NHL 3,5 da SECIL Argamassas, constituída por um pó com resíduos nos peneiros 90 $\mu\text{m} \geq 0,15\%$ e 200 $\mu\text{m} \leq 5,0\%$, de cor bege, resultante do seu processo de cozedura e moagem do calcário margoso. A NHL 3,5 apresenta uma presa hidráulica, mas também uma presa aérea, através da carbonatação da cal em contacto com o CO_2 atmosférico.

3.4. Areias

Para a formulação das diferentes argamassas utilizaram-se três areias siliciosas com granulometrias distintas. A areia de granulometria intermédia (definida como areia de referência) foi utilizado na maioria das formulações.

Antes da utilização de qualquer agregado para a execução das argamassas, todas as areias foram passadas pelo peneiro com a correspondente malha de 4,75 mm, de modo a rejeitar as partículas de maiores dimensões, garantido assim a definição de areia.

Para a determinação das propriedades geométricas dos agregados as areias foram submetidas ao método de peneiração, a seco, admitindo o procedimento descrito na norma EN 1015 – 1 (CEN, 1998), Figura 3.3.

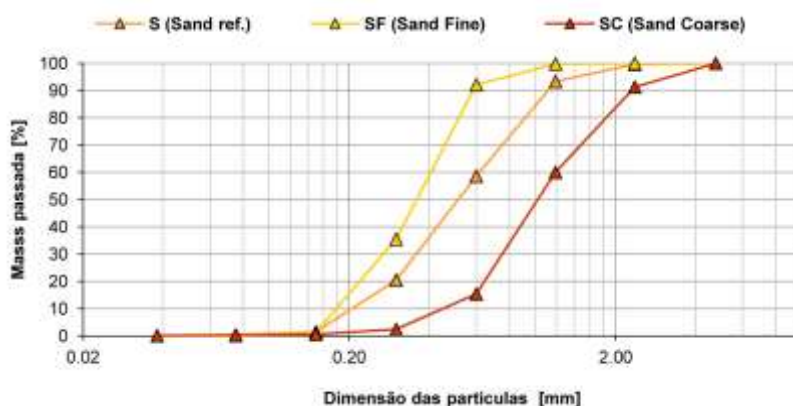


Figura 3.3 – Curva granulométrica dos agregados (adaptado de Correia, 2016)

3.4.1. Areia de referência - média

A areia considerada de referência é um agregado que apresenta uma granulometria entre as granulometrias dos outros dois agregados considerados. É uma areia de sílica com que foi extraída de um areeiro localizado em Santiago do Cacém, na região de Sines. A areia é considerada de referência por ser o agregado que surge na formulação da maioria das misturas, devido às dimensões dos grãos (Figura 3.4).

3.4.2. Areia fina

A areia fina é uma areia de sílica que foi extraída de um areeiro localizado em Mesquita, que se situa na região de Sesimbra. Esta areia, para além de ter sido introduzida numa das formulações inseridas no grupo que avalia a influência de diferentes agregados nas argamassas de terra, foi também utilizada como referência para o grupo que analisa o comportamento do óleo de linhaça como adição e também para o que compara as argamassas de terra com argamassas à base de ligantes convencionais para a execução de rebocos interiores. A escolha deste agregado nos últimos dois grupos, deveu-se à falta da existência de areia de referência aquando da execução das argamassas pertencentes a estas classes. A sua aparência encontra-se na Figura 3.4.

3.4.3. Areia grossa

A areia com granulometria mais grosseira foi extraída de um areeiro localizado perto de Pinhal do Conde da Cunha, na zona da Amora, no distrito de Setúbal, a Sul do rio Tejo. O agregado mais grosseiro foi apenas utilizado numa das formulações, por aparentar grãos muito grossos e com poucos finos e a sua aparência é apresentada na Figura 3.4.



Figura 3.4 – Agregados usados nas formulações, areia de granulometria fina, média e grossa, respetivamente da esquerda para a direita (Créditos: José Lima)

3.5. Adições

No sentido de estudar o efeito que as adições de diferentes materiais podem causar nas argamassas de terra optou-se por escolher três fibras naturais, de diferentes plantas, dois ligantes e ainda óleo de linhaça. Os ligantes escolhidos para a adição à formulação de terra argilosa são estabilizadores químicos utilizados em rebocos convencionais, o gesso e a cal aérea, e estão descritos nas secções 3.3.1 e

3.3.13.3.2., respetivamente. Com estes ligantes foram produzidas quatro formulações, três com a adição de gesso (5%, 10% e 20%) e uma formulação com a adição de cal aérea (5%).

3.5.1. Fibras naturais

Relativamente às fibras utilizadas nas adições, foram formuladas sete argamassas resultantes de fibras de diferentes naturezas e várias percentagens. Foram então adicionadas fibras de palha de trigo, fibras de sementes de tabúa e fibras de palha de aveia.

Fibras de Trigo

A fibras de trigo que foram usadas nesta investigação foram adquiridas a um fornecedor agrícola, sob a forma de palha. No sentido de viabilizar a adição destas fibras numa formulação, cortaram-se as fibras num tamanho máximo de 20 mm de comprimento. O processo de secagem das fibras de trigo foi feito ao ar livre, no interior de um recipiente plástico, resguardadas da intempérie expostas a um ambiente quente e seco (durante a estação de verão) durante duas semanas.

A uma formulação adicionou-se fibras de trigo numa percentagem de 5% do volume total da argamassa de referência.

Fibras de Tabúa

As fibras resultantes da expansão da componente feminina da planta *typha latifolia* L, (Figura 3.5) habitualmente denominada de tabúa, foram utilizadas como adição em três formulações. A recolha das fibras foi efetuada durante o final do ciclo vegetativo da planta, no Outono, em linhas do sector Nordeste da sub-região da Serra do Algarve. Após a colheita, as fibras foram secas ao ar livre, dentro de um recipiente de plástico, protegido da intempérie por uma malha fina de alumínio (< 2 mm). Deu-se por finalizado o processo de secagem quando a expansão de todas as sementes estava completa.

Formularam-se três argamassas com percentagens diferentes de adição das fibras de tabúa, nomeadamente 20%, 40% e 80% sobre o volume total da formulação, percentagens que foram transpostas para massa previamente à amassadura.



Figura 3.5 – Fibras de tabúa (Créditos: José Lima)

Fibras de Aveia

As fibras de aveia adicionadas às argamassas para o desenvolvimento deste estudo foram adquiridas a um fornecedor agrícola. Posteriormente, e à semelhança das fibras de trigo, foram cortadas com o máximo de 20 mm de comprimento. Após o corte, iniciou-se o processo de secagem das fibras, idêntico à secagem

das outras fibras, ficando duas semanas ao ar livre (resguardas da intempérie pelo recipiente plástico), durante o Verão, expostas, por isso, a um ambiente quente e seco.

As formulações das argamassas com este tipo de fibras admitem percentagens, sobre o volume total, de 10% e 20%, respetivamente.

3.5.2. Óleo de linhaça

Ainda dentro das adições de produtos naturais adicionou-se em duas formulações óleo de linhaça. O óleo em questão é um líquido de cor castanha e com odor, que de acordo com o fornecedor apresenta uma densidade de $0,93 \pm 0,02$, e, quando acrescentado a tintas à base de óleo, aumenta a fluidez e retarda a secagem (indicações disponibilizadas pelo fornecedor). É habitualmente aplicado em madeiras naturais e também em massas de enchimento, como a massa de vidraceiro. O óleo de linhaça utilizado é comercializado e produzido pela empresa TINTINHAS (Anexo A 1.4).

4. CARACTERIZAÇÃO DOS ACABAMENTOS

4.1. Considerações gerais

No presente capítulo descrevem-se os diferentes acabamentos que foram aplicados a uma seleção de argamassas de reboco de terra, no âmbito da tese de Doutorado de José Lima, com o objetivo de avaliar a influência que um revestimento aplicado sobre um reboco de terra tem nas propriedades da argila presente na formulação. A variedade de acabamentos adotados deveu-se à intenção de estudar diversas tecnologias que, atualmente, são aplicadas em obra, tendo em consideração acabamentos mais correntes como a pintura com tinta acrílica, como também acabamentos menos comuns, no entanto mais indicados ao tipo de reboco estudado, como a pintura com tinta de silicatos.

Os diferentes acabamentos foram divididos em três grupos, de acordo com a espessura da camada de revestimento formada sobre a superfície dos rebocos, sendo eles: as velaturas, as pinturas e os barramentos. Os acabamentos elaborados foram aplicados sobre os provetes cilíndricos, planares e provetes sobre tijolo cerâmico, no sentido de avaliar os resultados dos ensaios de permeabilidade, de absorção de água por baixa pressão e de resistência à erosão por gotejamento das formulações adotadas. A preparação e execução dos acabamentos foi realizada com aplicações efetuadas até ao mês de dezembro de 2016 com a execução dos respetivos ensaios após esta data.

À semelhança das argamassas, optou-se por designar os acabamentos segundo os termos em inglês, adotando as letras CFLO para a velatura com óleo de linhaça, de *coat finish linseed oil*; as letras CFCW para a velatura com primário de caseína, de *coat finish casein water*; as letras CFSW para a velatura com primário de silicato, de *coat finish silicate water*. Para as pinturas adotaram-se as letras CFLW, de *coat finish lime wash*, para a pintura com tinta de cal; as letras CFCP, de *coat finish casin paint*, para a pintura com tinta de caseína; as letras CFSP, de *coat finish silicate paint*, para a pintura com tinta de silicato e ainda as letras CFAP, de *coat finish acrylic paint*, para a pintura com tinta acrílica. Em relação aos barramentos, adotou-se as letras PFG, de *plaster finish gypsum*, para o barramento de gesso; as letras PFCL, de *plaster finish calcitic lime*, para o barramento de cal aérea e por fim as letras PFKC, de *plaster finish kaolin clay*, para o barramento de argila caulínica.

A escolha das formulações a aplicar os acabamentos, teve em consideração os resultados obtidos em campanhas anteriores (Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016a; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016), dando prevalência às argamassas que obtiveram resultados menos promissores ou idênticos às argamassas de referência. Isto porque alguns dos ensaios que foram realizados são destrutivos, invalidando nova análise dos provetes, e assim, salvaguardando as argamassas de referência para possíveis novas áreas de investigação.

No Quadro 4.1 apresentam-se as formulações das argamassas de reboco onde foram aplicados os acabamentos, o tipo de acabamento aplicado e a nova designação dos provetes.

Quadro 4.1 – Síntese dos provetes com acabamentos

Designação sem acabamento	Descrição do acabamento	Designação com acabamento
E1S3_OF10	Velatura com óleo de linhaça (CLO)	E1S3_OF10_CLO
E1S3_WF5	Velatura com primário de caseína (CFCW)	E1S3_WF5_CFCW
E1S3_TF5	Velatura com primário de silicato (CFSW)	E1S3_TF5_CFSW
E1S4	Pintura com tinta de cal - caiação (CFLW)	E1S4_CFLW
E1S3_TF80	Pintura com tinta de caseína (CFCP)	E1S3_TF80_CFCP
E1SF3	Pintura com tinta de silicatos (CFSP)	E1SF3_CFSP
E1S3_TF20	Pintura com tinta acrílica (CFAP)	E1S3_TF20_CFAP
E1S2	Barramento de gesso (PFG)	E1S2_PFG
E1S2,5	Barramento de cal aérea (PFCL)	E1S2,5_PFCL
E1SC3	Barramento de argila caulínica (PFKC)	E1SC3_PFKC

Dado que os acabamentos, velaturas, pinturas e barramentos, foram realizados com alguns materiais que, ainda não foram apresentados no capítulo anterior – específico da caracterização das matérias-primas – e, por vezes, constituírem sistemas compostos por diversos materiais, considerou-se que a leitura do documento seria facilitada, ao colocar-se os materiais constituintes dos acabamentos nesta secção.

Também por isso, este capítulo apresenta-se na presente sequência, e não após a apresentação da execução dos próprios provetes de argamassa, suportes dos acabamentos.

4.2. Velaturas

4.2.1. Velatura com óleo de linhaça

A velatura aplicada com o óleo de linhaça utilizou o óleo já relatado no ponto 3.5.2, sem qualquer adição de outros materiais ou diluição da substância. Para a preparação dos provetes foi feita limpeza da superfície, com um pincel de pelos finos, e aplicada uma demão da velatura de óleo de linhaça, igualmente, com o auxílio de um pincel, até à saturação total da superfície do provete. Admitiu-se que se atingia a saturação da superfície quando ocorria o escurecimento homogéneo da superfície do provete. Este acabamento foi aplicado à formulação E1S3_OF10, que passou a ter a designação de E1S3_OF10_CFLO.

4.2.2. Velatura com primário de caseína

Para a aplicação da velatura com primário de caseína, escolheu-se o primário que é produzido e comercializado pela empresa KREIDEZEIT e é fornecido sob a forma de pó. Para a sua preparação diluíram-se 6,25 g de caseína em pó em 50 cm³ de água, à temperatura ambiente, deixando a mistura em repouso durante 30 minutos, para ocorrência total da expansão do primário. A concentração adotada para este produto, foi Quadro vezes superior ao recomendado pelo fabricante, que considera que a 250 g de pó de primário deve de ser adicionado um total de água de 8000 cm³ (idealmente misturada em duas partes,

primeiramente a mistura do pó com 2000 cm³ de água, seguindo-se um intervalo de tempo de 30 minutos de repouso, e nova adição de água dos restantes 6000 cm³).

Preparou-se a superfície dos provetes através de limpeza, com um pincel de pelos finos, e aplicou-se uma demão de velatura de primário de caseína com o auxílio de um rolo de espuma, de poros finos. Este acabamento foi aplicado à formulação de E1S3_WF5, posteriormente denominada de E1S3_WF5_CFCW.

4.2.3. Velatura com primário de silicato

A velatura com primário de silicato utilizou um primário produzido e comercializado por KREIDEZEIT. O primário de silicato é constituído principalmente por quartzo e carbonato de potássio, admitindo uma fusão dos componentes a 1400 °C, triturados e processados com vapor de água originando uma solução aquosa. O primário é fornecido sob a forma líquida e aparenta uma cor transparente. Previamente à sua aplicação, o primário foi diluído em água em proporções volúmicas iguais, como recomendado pelo fabricante.

O acabamento foi aplicado sobre superfície da formulação E1S3_TF5, previamente limpa com o auxílio de um pincel, à semelhança dos outros acabamentos, e aplicada uma demão com um rolo de espuma, de poros de pequenas dimensões, assumindo depois a denominação de E1S3_TF5_CFSW.

4.3. Pinturas

4.3.1. Pintura com tinta de cal - caiação

Para a aplicação da pintura com o recurso a uma tinta de cal, tradicionalmente conhecido como uma caiação, utilizou-se uma cal aérea hidratada sob a forma de pó, fornecida pela empresa Lusical H100, já definida no ponto 3.3.2. No sentido de obter uma solução com fluidez adequada adicionou-se água à cal aérea, numa proporção volúmica do dobro de água para uma quantidade de cal.

A aplicação desta pintura foi efetuada após a limpeza das partículas soltas da superfície dos provetes, através da utilização de um rolo de espuma, de poros finos. Foram realizadas três aplicações em direções cruzadas de caiação sobre os provetes, admitindo o tempo de secagem de cada demão antes da aplicação seguinte. A formulação que foi revestida com este tipo de solução foi a E1S4, que posteriormente passou a ter a designação de E1S4_CFLW.

4.3.2. Pintura com tinta de caseína

A pintura com tinta de caseína requer a preparação prévia da superfície com aplicação de primário. Utilizou-se o primário de caseína em pó, já descrito no ponto 4.2.2., inicialmente diluído em água numa porção de 5 g de primário para 40 cm³ de água, aguardando um intervalo de tempo de 30 minutos. Após o tempo de repouso para expansão da caseína, adicionou-se novamente à mistura cerca de 120 cm³ de água. Limpou-se a superfície dos provetes com o auxílio de um pincel, removendo as partículas soltas, e aplicou-se uma demão de primário pulverizando a superfície dos provetes até à sua saturação, com o escurecimento homogêneo de toda a área.

A tinta de caseína foi também fornecida em pó pela empresa KREIDEZEIT que recomenda a diluição de 1,0 kg de tinta em 650 cm³ de água, caso a aplicação do revestimento seja por meio de pincel. Após a preparação de acordo com o fornecedor, aplicou-se duas demãos de tinta de caseína sobre a superfície dos provetes, previamente impregnada com o primário. A aplicação de cada demão foi feita com auxílio de um pincel cobrindo toda a superfície do provete e aguardando pelo tempo de secagem entre demãos. A tinta de caseína foi aplicada à formulação E1S3_TF80, posteriormente designado por E1S3_TF80_CFPCP, e foi preparada de acordo com a recomendação do fornecedor.

4.3.3. Pintura com tinta de silicatos

À semelhança de outros revestimentos, na pintura com tinta de silicatos também é necessário aplicar um primário. O primário em questão é de silicatos, já descrito no ponto 4.2.3. Para o uso deste primário num sistema de pintura, utilizou-se uma proporção diferente, diluindo o primário em água em porções iguais e aplicado três demãos sobre a superfície dos diferentes provetes por meio de um pincel, até obtenção da saturação da superfície. Entre cada demão aguardou-se pela secagem de cada aplicação.

A tinta de silicatos é igualmente fornecida por KREIDEZEIT, sob a forma também de pó, e 24 horas antes da aplicação sobre o reboco, é preparado a mistura do componente de carga mineral com água, numa proporção de 12 kg de pó para 6 L de água. Após o intervalo de tempo de repouso da mistura, adiciona-se 7,5 L de primário de silicatos, inicialmente diluído em água na porção já referida. A aplicação do sistema de pintura é feita em duas demãos sobre a superfície impregnada com o primário. O revestimento dos provetes é feito com o auxílio de um pincel até à obtenção do recobrimento homogêneo da superfície, aguardando a secagem de cada demão. A formulação escolhida para a aplicação da pintura com tinta de silicatos foi E1SF3, passando a ter a designação de E1SF3_CFSP.

4.3.4. Pintura com tinta acrílica

Visto que surgiu o interesse de analisar os efeitos que os acabamentos podem causar após a aplicação sobre as argamassas de terra, fazia todo o sentido estudar os impactos da pintura com tinta acrílica, uma vez que é dos acabamentos mais comuns na construção civil. A tinta utilizada como revestimento é fornecida pela marca ROBBIALAC ADVANCE, não sendo necessário efetuar nenhuma preparação especial. A tinta foi aplicada sobre a formulação E1S3_TF20, passando a designar-se de E1S3_TF20_CFAP, executando três demãos sobre a superfície seca dos provetes, com o auxílio de um rolo de pelo curto até a obtenção do seu recobrimento homogêneo. A aplicação de cada demão foi realizada de forma cruzada aguardando o tempo de secagem necessário entre demãos.

4.4. Barramentos

4.4.1. Barramento de gesso

Para a elaboração do barramento de gesso foi utilizado o gesso já descrito no ponto 3.3.1. Elaborou-se uma mistura, amassada manualmente, com a proporção de 100 g de gesso para 200 cm³ de água.

Previamente à aplicação do barramento de gesso, aspergiu-se com água a superfície dos provetes e aplicou-se sobre estes o barramento por meio de uma espátula metálica, formando uma camada com uma espessura de 1 a 2 mm. Este acabamento foi aplicado sobre a formulação E1S2, posteriormente designada de E1S2_PFG.

4.4.2. Barramento de cal aérea

Para o acabamento de barramento de cal aérea utilizou-se uma mistura de cal hidratada, já descrita no ponto 3.3.2, com uma areia de sílica fina a um traço volumétrico de 1:1. A areia usada tem como constituinte principal o quartzo, apresentando assim uma cor branca, e é comercializada e produzida pela empresa AREIPOR - Areias de Portugal, que aconselha o uso deste agregado para a produção de tintas e cerâmicas.

Para a realização do barramento misturaram-se, previamente, os constituintes a seco a uma proporção de 91 cm³ de cal aérea para 91 cm³ de areia fina. De seguida, adicionou-se a quantidade de água necessária para obter a trabalhabilidade adequada para a aplicação, neste caso de 54 cm³.

À semelhança do barramento de gesso, aspergiu-se com água a superfície dos provetes e aplicou-se o barramento de cal aérea através da utilização de uma espátula metálica, formando assim uma camada de 1 a 2 mm de espessura. A formulação selecionada para ser revestida com o barramento de cal aérea foi a E1S2,5, passando a ter a designação de E1S2,5_PFCL.

4.4.3. Barramento de argila caulinítica

Para o acabamento com barramento de argila caulinítica utilizou-se um produto designado por DECOFINO, produzido e comercializado pela empresa EMBARRO, constituído por uma mistura de agregados selecionados e caulino, de cor branca. O fabricante indica que este material tem como principal função ser aplicado como revestimento final e/ou decorativo, tipo estuque.

A utilização desta argila caulinítica como revestimento sobre rebocos de terra exige a aplicação de um primário à base de caseína. O primário escolhido é fornecido sob a forma de pó, e está descrito no ponto 4.2.2. A sua preparação passa pela diluição de 5 g de caseína em pó em 40 cm³ de água, permanecendo em repouso durante 30 minutos, para expansão da argila. De seguida, é introduzida na mistura 120 cm³ de água, obtendo-se um produto pronto a aplicar com um volume final de 160 cm³. A superfície dos provetes é limpa com o auxílio de um pincel de pelos finos, com a finalidade de remover as partículas soltas, e é aplicado o primário com duas demãos por meio de um pulverizador, com um intervalo de tempo de aproximadamente 2 horas antes da aplicação da segunda demão.

Para a elaboração do barramento, juntaram-se 800 cm³ de argila caulinítica a 200 cm³ de água. Após a aplicação e secagem do primário, aplicou-se, com o auxílio de uma espátula metálica, o barramento numa camada de acabamento de 1 a 2 mm de espessura. A formulação onde foi aplicado o barramento de argila caulinítica foi E1SC3, designando-se por E1SC3_PFKC após a aplicação do acabamento.

5. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS EM ESTADO FRESCO

5.1. Considerações gerais

O presente capítulo tem como finalidade esclarecer os procedimentos seguidos para a preparação e caracterização das argamassas, iniciando-se pela definição das formulações escolhidas e prosseguindo para a caracterização das argamassas no estado fresco.

A produção das argamassas e os ensaios de caracterização do estado fresco foram realizados por investigadores distintos (Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016a; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Correia, 2016).

5.2. Formulação das argamassas

5.2.1. Vetores de investigação

Tal como referido anteriormente, a presente dissertação está inserida no âmbito da investigação de doutoramento do Arquiteto José Lima que tem como principal objetivo formular e caracterizar argamassas de terra para serem aplicadas sob a forma de reboco, alcançando alguns objetivos. Associado a esta temática estão as aplicações deste tipo de rebocos em intervenções de reabilitação, mas também a aplicação em obras novas, como uma tecnologia que permite a regulação das condições ambientais de um compartimento, dispensando esse controlo por equipamentos mecânicos.

No contexto da investigação de doutoramento referida acima e com o propósito de otimizar as argamassas de terra melhorando certas propriedades e potenciando as suas qualidades, executou-se um alargado número de formulações. Assim, os seus trabalhos iniciaram-se com a pesquisa dos benefícios e das desvantagens da argila e seus componentes; seguiu-se depois a tentativa de resolução dos inconvenientes presentes nas argamassas de terra adicionando-se-lhes diversas matérias-primas. Surgiu, de seguida, a preocupação de melhorar as resistências mecânicas com adições de diferentes percentagens de ligantes comuns; controlar as retrações e consequentes aparecimentos de fissuras com adição de fibras naturais; e ainda aumentar potencialmente a resistência que estas argamassas podem apresentar face à presença de água com a adição de óleos vegetais. Por outro lado, sentiu-se a necessidade de analisar revestimentos a aplicar sobre estas argamassas, avaliando os benefícios que estes acabamentos possam apresentar comparativamente às limitações impostas pelas propriedades que a terra potencializa nas argamassas.

5.2.2. Definição de formulações

Para a concretização dos objetivos definidos no primeiro capítulo, optou-se por selecionar todas as 24 formulações de argamassas de terra disponíveis. Tendo em consideração o vasto número de argamassas a analisar, optou-se por organizá-las em grupos segundo o parâmetro que se pretendia avaliar. Assim sendo: o grupo 1 tem em consideração o estudo de agregados com granulometrias distintas; o grupo 2 diz respeito às formulações escolhidas com diferentes proporções de terra argilosa e de areia de referência; o

grupo 3 tem em consideração as argamassas formuladas com as diferentes terras argilosas analisadas neste estudo; o grupo 4 avalia a adição de 5%, do volume total, de ligantes, sendo eles a cal aérea e o gesso; o grupo 5 estuda o efeito da adição de diferentes fibras naturais; o grupo 6 analisa a influência da adição de gesso neste tipo de argamassas, com diferentes percentagens deste ligante; o grupo 7 estuda a influência da adição de óleo de linhaça; e, por fim, o grupo 8 tem em consideração as formulações que foram planeadas com o intuito de comparar as resistências mecânicas obtidas com a formulação de terra ilítica como aglomerante e alguns ligantes comuns para a realizações rebocos interiores, nomeadamente o gesso, a cal aérea e a cal hidráulica natural.

No Quadro 5.1, são apresentadas as 24 formulações organizadas nos respetivos grupos. Como referência aos diferentes grupos foram adotadas duas formulações de referência, a E1S3 e a E1SF3, ambas formuladas com a mesma proporção de terra argilosa e areia. No entanto admitem diferentes agregados devido à falta de areia de referência aquando do planeamento dos grupos 7 e 8. Pertencendo ambas as formulações ao grupo 1, a formulação E1S3 serve então de referência aos grupos 2, 3, 4, 5 e 6; e a formulação E1SF3 serve de referência aos grupos 7 e 8.

Quadro 5.1 – Constituição das formulações

Grupo	Argamassa	Traço volumétrico	Traço mássico	Tipo de aglomerante /ligante	Tipo de areia	Tipo de adição
		aglomerante/ligante: areia	aglomerante/ligante: areia			
G1	E1S3	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	-
	E1SF3	1:3	1:3,4	Terra argilosa (E)	Fina (SF)	-
	E1SC3	1:3	1:3,5	Terra argilosa (E)	Grossa (SC)	-
G2	E1S2	1:2	1:2,4	Terra argilosa (E)	Média (S)	-
	E1S2,5	1:2,5	1:3,0	Terra argilosa (E)	Média (S))	-
	E1S4	1:4	1:4,8	Terra argilosa (E)	Média (S)	-
G3	K1S3	1:3	1:12,2	Caulino (K)	Média (S)	-
	B1S3	1:3	1:4,5	Bentonite (B)	Média (S)	-
G4	E1S3_CL5	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Cal aérea (CL)
	E1S3_G5(*)	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Gesso (G)
G5	E1S3_WF5	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Fibra trigo (WF)
	E1S3_TF5	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Fibra tabúa (TF)
	E1S3_OF10	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Fibra aveia (OF)
	E1S3_OF20	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Fibra aveia (OF)
	E1S3_TF20	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Fibra tabúa (TF)
	E1S3_TF40	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Fibra tabúa (TF)
	E1S3_TF80	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Fibra tabúa (TF)
G6	E1S3_G5(*)	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Gesso (G)
	E1S3_G10	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Gesso (G)
	E1S3_G20	1:3	1:3,6	Terra argilosa (E)	Média (S)	Gesso (G)
G7	E1SF3_LO2	1:3	1:3,4	Terra argilosa (E)	Fina (SF)	Óleo linhaça (LO)
	E1SF3_LO5	1:3	1:3,4	Terra argilosa (E)	Fina (SF)	Óleo linhaça (LO)
G8	G1SF3	1:3	1:6,9	Gesso (G)	Fina (SF)	-
	CL1SF3	1:3	1:12,8	Cal aérea (CL)	Fina (SF)	-
	NHL1SF3	1:3	1:6,4	Cal hidráulica natural (NHL)	Fina (SF)	-

(*) No presente estudo a formulação E1S3_G5 foi considerada nos grupos G4 e G6.

As formulações foram definidas em proporções volumétricas (aglomerante/ligante:areia) e transpostas para massa, através das baridades aferidas dos diferentes materiais, no sentido de manter o rigor próprio do trabalho em laboratório. No Quadro seguinte, Quadro 5.1, são apresentados os diferentes grupos definidos para a organização dos resultados, as proporções em volume e massa, de todas as argamassas, e ainda, todos os materiais (aglomerante/ligante, areia e adição) que são relativos a cada argamassa.

5.3. Produção das argamassas

A execução e respetivos ensaios de caracterização das argamassas no estado fresco foram realizados pelos autores Lima & Faria (2016), Lima et al. (2016a), Lima et al. (2016b), Lima et al. (2016c) e Correia (2016).

Para a preparação das argamassas foi seguida a norma alemã DIN 18947 (DIN, 2013), indicada para a produção e caracterização de argamassas de terra. Desta forma, começou-se por pesar todos os constituintes necessários à realização das formulações. Estes foram misturados a seco com o auxílio de uma pá de pedreiro e introduzidos no interior da cuba de um misturador mecânico de laboratório. O misturador utilizado tem uma capacidade para 3 litros de material e é constituído pela cuba de aço inoxidável e por uma pá, do mesmo material, que trabalha através de um motor elétrico. O misturador é acionado, após a introdução do material seco e da água, e permanece em amassadura mecânica durante um período de 60 segundos. Segue-se um período de repouso de 5 minutos para a maioria das formulações; no entanto, para as argamassas com gesso como constituinte, este intervalo de tempo foi suprimido, devido à elevada rapidez que este material apresenta ao fazer presa. Após o repouso, inicia-se nova amassadura mecânica durante 30 segundos.

A determinação da quantidade de água de cada formulação foi aferida através da experimentação de diferentes porções de água adicionadas a cada argamassa e uma consequente análise da consistência e do abaixamento por espalhamento no estado fresco, de acordo com os limites definidos pela norma DIN 18947 (DIN, 2013), aferidos segundo a norma EN 1015-3 (CEN, 1998). A porção de água adotada foi a mínima necessária que garantia os limites de consistência e abaixamento, bem como boa trabalhabilidade em obra. No Quadro 5.2 estão indicadas as quantidades relativas de todos os constituintes das formulações produzidas.

Quadro 5.2 – Quantidades relativas das formulações

Grupo	Argamassa	Em volume				Em massa			
		Aglomerante [%]	Areia [%]	Adição [%]	Água [%]	Aglomerante [%]	Areia [%]	Adição [%]	Água [%]
G1	E1S3	25	75	0	19,6	21,6	78,4	0,0	12,8
	E1SF3	25,0	75,0	0,0	24,6	22,6	77,4	0,0	16,9
	E1SC3	25,0	75,0	0,0	21,3	22,3	77,7	0,0	14,4
G2	E1S2	33,3	66,7	0,0	18,8	29,3	70,7	0,0	12,5
	E1S2,5	28,6	71,4	0,0	17,6	25,0	75,0	0,0	11,6
	E1S4	20,0	80,0	0,0	20,4	17,1	82,9	0,0	13,3
G3	K1S3	25,0	75,0	0,0	22,3	7,6	92,4	0,0	17,2
	B1S3	25,0	75,0	0,0	31,3	18,3	81,7	0,0	21,3
G4	E1S3_CL5	25,0	75,0	5,0	24,6	21,4	77,5	1,1	15,9
	E1S3_G5 ^(*)	25,0	75,0	5,0	20,4	21,2	76,7	2,1	13,1
G5	E1S3_WF5	25,0	75,0	5,0	21,7	21,6	78,2	0,2	14,2
	E1S3_TF5	25,0	75,0	5,0	20,4	21,6	78,4	0,0	13,4
	E1S3_OF10	25,0	75,0	10,0	22,1	21,5	78,0	0,5	14,4
	E1S3_OF20	25,0	75,0	20,0	25,0	21,4	77,6	1,0	16,2
	E1S3_TF20	25,0	75,0	20,0	21,7	21,6	78,3	0,1	14,2
	E1S3_TF40	25,0	75,0	40,0	22,5	21,6	78,3	0,1	14,7
	E1S3_TF80	25,0	75,0	80,0	22,5	21,6	78,3	0,1	16,7
G6	E1S3_G10	25,0	75,0	10,0	22,1	20,7	75,2	4,1	13,9
	E1S3_G20	25,0	75,0	20,0	24,5	19,9	72,2	7,9	14,8
	E1S3_G5 ^(*)	25,0	75,0	5,0	20,4	21,2	76,7	2,1	13,1
G7	E1SF3_LO2	25,0	75,0	2,0	22,1	22,4	76,4	1,2	15,0
	E1SF3_LO5	25,0	75,0	5,0	20,8	21,9	75,0	3,1	13,9
G8	G1SF3	25,0	75,0	0,0	24,0	12,7	87,3	0,0	18,6
	CL1SF3	25,0	75,0	0,0	25,4	7,2	92,8	0,0	20,9
	NHL1:SF3	25,0	75,0	0,0	25,6	13,5	86,5	0,0	19,6

(*) No presente estudo a formulação E1S3_G5 foi considerada nos grupos G4 e G6.

5.4. Consistência e abaixamento por espalhamento

A consistência e o abaixamento por espalhamento foram avaliados para avaliar o efeito que a água e a amassadura tem numa argamassa fresca e, indiretamente, a sua trabalhabilidade.

Para estudar estas características recorreu-se ao procedimento descrito na norma europeia EN 1015-3 (CEN, 1999), que indica que se coloca sobre a mesa de espalhamento um molde troncocónico, sendo de seguida colocada a argamassa, de acordo com todos os requisitos indicados na norma. Após o nivelamento da argamassa é iniciada a compactação com o auxílio da manivela que se encontra sobre a mesa e são realizadas quinze pancadas, a uma velocidade constante e aproximada de uma pancada por segundo. O resultado da consistência por espalhamento foi obtido através da média das três diagonais medidas com uma craveira digital e procurou-se encontrar entre o valor de 175 ± 5 mm, valor definido na norma DIN (DIN, 2013).

O abaixamento por espalhamento foi medido igualmente após as quinze pancadas na mesa de espalhamento, com o auxílio de uma vareta ao centro da argamassa.

5.5. Consistência por penetrômetro

A determinação da consistência das argamassas foi também avaliada com o recurso a um penetrômetro e seguiu o procedimento descrito na norma EN 1015-4 (CEN, 1998). Após a amassadura, a argamassa. Após o nivelamento da argamassa o recipiente foi colocado sob a haste vertical do equipamento e o embolo foi deixado cair sobre a argamassa, de uma altura definida. Registou-se o valor e repetiu-se o ensaio três vezes para se obter a média e o correspondente valor de consistência.

5.6. Massa volúmica no estado fresco

A determinação da massa volúmica no estado fresco das argamassas produzidas seguiu o procedimento descrito na norma EN 1015-6 (CEN, 1998), que indica a colocação da argamassa num recipiente com massa seca e volume conhecidos, cumprindo todos os requisitos necessários. A compactação da argamassa foi realizada com a oscilação do recipiente nas quatro direções. Após o nivelamento da mesma, o recipiente foi pesado numa balança com 0,1 g de precisão. O recipiente utilizado neste ensaio tem um volume de 1 dm³ e a sua massa foi tarada na balança antes da colocação da argamassa no seu interior.

Para cada formulação procedeu-se à medição de três pesagens. De acordo com a norma alemã DIN 18947 (DIN, 2013), as argamassas de terra devem apresentar uma massa volúmica superior a 1,2 kg/dm³.

5.7. Preparação dos provetes e condições de cura

5.7.1. Provetes prismáticos

As argamassas foram introduzidas em moldes prismáticos metálicos com as dimensões de 40 mm x 40 mm x 160 mm, previamente pincelados com o mínimo necessário de óleo descofrante, pois as argamassas de terra absorvem o óleo. O preenchimento foi realizado em duas camadas, cada uma delas compactada com 20 pancadas num compactador mecânico de argamassas, e a superfície foi rasada.

Para cada formulação executaram seis provetes prismáticos, com o objetivo de caracterizar as diferentes argamassas quanto às resistências mecânicas e ao comportamento face à presença de água no estado líquido.

Os provetes foram colocados na sala condicionada para darem início ao processo de cura. Entre os 17 e os 37 dias, iniciou-se o processo de desmoldagem dos provetes prismáticos, considerando os constituintes de cada formulação, com exceção das formulações de terra caulinítica e de terra bentonítica que, devido a dificuldades operacionais, foram desmoldadas ao fim de 80 dias. Os provetes permaneceram na sala condicionada pelo menos por mais 7 dias, antes da realização de qualquer ensaio de caracterização do estado endurecido, a fim de estabilizarem as dimensões e massa.



Figura 5.1 – Provetes prismáticos nos moldes metálicos (Créditos: José Lima)

5.7.2. Provetes cilíndricos

Os provetes cilíndricos executados para este estudo foram produzidos em moldes circulares de policloreto vinílico (PVC), com 90 mm de diâmetro e 20 mm de espessura. Foram igualmente produzidos para cada formulação seis provetes cilíndricos.

A introdução e a compactação manual das argamassas no interior dos moldes passou pela utilização de uma espátula, devido às suas pequenas dimensões. A argamassa foi rasada e nivelada com auxílio de uma colher pedreiro e os provetes armazenados na sala condicionada para procederem à cura. Não se procedeu à desmoldagem destes provetes por se ter optado em mantê-los dentro do molde a fim de realizar os ensaios de caracterização à ação da água no estado líquido.



Figura 5.2 – Provetes cilíndricos moldados (Créditos: José Lima)

5.7.3. Provetes planares

Foram ainda executados provetes planares com a finalidade de ensaiar as argamassas em termos de adsorção e de desadsorção de vapor de água, os quais após desmoldagem foram também utilizados no ensaio de desgaste por gotejamento. Para cada argamassa foram produzidos 3 provetes deste tipo, acumulando um total de 72 provetes.

Estes provetes foram produzidos em moldes metálicos, com 500x200 mm² de área e uma espessura de 15 mm, de acordo com a norma DIN (DIN, 2013). Os moldes foram forrados com uma película aderente de polietileno. Para introdução das argamassas nestes moldes foi utilizada uma colher de pedreiro e uma

talocha metálica, sendo a argamassa espalhada à medida que esta era colocada no molde. A argamassa foi rasada e nivelada com um movimento contínuo de serra, e de seguida os provetes foram colocados na sala condicionada.



Figura 5.3 – Provetes planares moldados (Créditos: José Lima)

5.7.4. Provetes de reboco sobre tijolo

Executaram-se também provetes de argamassa simulando reboco aplicado sobre tijolo, no sentido de caracterizar a aderência destas argamassas ao suporte e de realizar alguns ensaios de caracterização no estado endurecido. Para cada formulação, produziram-se dois provetes sobre tijolos cerâmicos furados de 4 cm, 295 mm x 195 mm x 40 mm.

Para a execução destes provetes foi utilizada uma cofragem em madeira com 300 mm x 200 mm x 60 mm de dimensões interiores para originar um provete com 20 mm de espessura de argamassa sobre o tijolo e também um molde de madeira com 700 mm de altura para se colocar sobre a cofragem, de forma a simular uma energia constante correspondente à ação da aplicação de um reboco em obra.

Começou-se por aspergir o tijolo cerâmico com água e colocá-lo dentro da cofragem. Posicionou-se o molde de madeira sobre a cofragem e deixou-se cair a argamassa sobre o tijolo, com o auxílio de uma colher de pedreiro. Retirou-se o molde e rasou-se e nivelou-se a argamassa. Removeu-se a cofragem, num movimento contínuo e vertical, e retirou-se o excesso de argamassa, em todas as extremidades, com a colher de pedreiro inclinada aproximadamente a 45°.

6. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS EM ESTADO ENDURECIDO

6.1. Considerações gerais

A caracterização genérica no estado endurecido das argamassas de terra foi realizada em campanhas anteriores a esta investigação por vários autores: Lima & Faria (2016), Lima et. al (2016a), Lima et al (2016b), Lima et al. (2016c) e Correia (2016). Assim, o presente capítulo destina-se apenas a apresentar uma breve descrição dos ensaios que foram realizados às diversas formulações no sentido de compreender as propriedades mecânicas e físicas das diferentes argamassas que, no âmbito desta dissertação, foram posteriormente ensaiadas face à água.

A ordem de apresentação dos ensaios neste capítulo segue a ordem de realização dos ensaios em laboratório, sendo que em primeiro lugar foram efetuados os ensaios de caracterização que não comprometem a integridade dos provetes e só depois os ensaios que resultam na destruição dos provetes. Apenas são descritos os ensaios cujos resultados já se encontram publicados (Lima & Faria, 2016; Lima et. al., 2016a; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c e Correia, 2016), serão analisados e comparados com os obtidos nesta investigação.

Todos os provetes permaneceram na sala condicionada do DEC/ FCT UNL, que apresenta condições de temperatura e humidade relativa de $20\pm3^{\circ}\text{C}$ e de $60\pm5\%$, respetivamente.

Os procedimentos que são descritos seguiram a norma alemã DIN 18047 (DIN, 2013) e as respetivas remissões às normas europeias.

6.2. Retração linear por secagem

A retração linear por secagem destina-se a analisar a redução das dimensões dos provetes prismáticos durante o processo de cura.

Previamente à execução dos provetes, os moldes prismáticos foram medidos com o auxílio de uma craveira digital. Após a desmoldagem dos provetes, realizaram-se as medições dos comprimentos, larguras e alturas, com o auxílio de uma craveira digital. Previamente à execução do ensaio de resistência mecânica realizou-se uma nova medição das diferentes dimensões a todos eles e foi apurada a retração linear dos provetes.

Segundo a norma DIN 18947 (DIN, 2013), o valor da retração linear por secagem não deve ser superior a 2%; nos casos em que a argamassa contenha fibras este valor pode chegar no máximo aos 3%.

Para além deste ensaio realizou-se também observação visual da superfície de reboco sobre tijolo e aferição de eventual fissuração.

6.3. Massa volúmica aparente

A massa volúmica aparente endurecida foi ensaiada nos provetes prismáticos de acordo com a norma EN 1015-10/A1 (CEN, 1999b). Para a determinação deste parâmetro tiveram-se em consideração as medições das três dimensões realizadas no ensaio descrito anteriormente. A massa de cada provete foi medida através de uma balança digital com precisão de 0,001g. O cálculo da massa volúmica dos provetes endurecidos (em kg/m³) teve em consideração a média de um mínimo de três provetes de cada formulação e classificaram-se as argamassas de acordo com as classes definidas na norma alemã DIN 18947 (DIN, 2013).

6.4. Resistências à tração por flexão e à compressão

A caracterização da resistência à tração das diferentes argamassas foi determinada através do ensaio de flexão. De acordo com o procedimento descrito na norma EN 1015-11 (CEN, 1999c) efetuou-se o ensaio de flexão aos provetes prismáticos que consiste na aplicação de uma carga pontual no centro do provete, estando este simplesmente apoiado nos extremos.

Para a realização deste ensaio recorreu-se à utilização de um equipamento de tracção universal Zwick/Rowell Z050, que está provido de diferentes células de carga, sendo que uma delas está associada ao dispositivo de flexão. O ensaio de tração foi executado com uma célula de carga pontual de 2 kN incrementada a uma velocidade de 0,2 mm/min, para as argamassas que contêm ligantes (que são neste caso a cal aérea, a cal hidráulica e o gesso), e uma velocidade de 0,7 mm/min, para argamassas que contêm apenas terra. O software que está associado ao equipamento elabora um gráfico que relaciona a força aplicada [N] com o tempo do ensaio [s], indicando a força máxima aplicada ao provete no instante da rotura, sendo que o valor da resistência à tração é a tensão provocada por essa força. Através da equação X da EN 1015-11 (CEN, 1999c), obtém-se a resistência à tração por flexão, em MPa. Para o ensaio de resistência à compressão foi utilizada uma das metades dos provetes prismáticos provenientes do ensaio de resistência à tração por flexão, conforme o procedimento da norma EN 1015-11 (CEN, 1999c). Utilizou-se o mesmo equipamento, desta vez com a célula de carga de 50 kN incrementadas a uma velocidade de 3,0 mm/min., devido à natureza de deformação do material. O gráfico produzido pelo software relaciona a força aplica, em N, com o tempo, em segundos, e indica igualmente a força máxima aplicada ao provete antes da rotura. O valor da resistência à compressão é a tensão provocada pela força máxima na área de contacto (40 mm x 40 mm), em MPa. As argamassas foram classificadas de acordo com as classes definidas na norma DIN 18947 (DIN, 2013).

6.5. Aderência ao suporte

Por se tratar do estudo de rebocos, o ensaio de aderência ao suporte é essencial e fundamental para a caracterização das argamassas com esta função. Foi executado sobre os provetes com a argamassa sobre o tijolo cerâmico, de acordo com a norma europeia EN 1015-12 (CEN, 2000).

Para aplicação da força de arranque optou-se pela utilização equipamento de tração Zwick/Rowell Z050, que foi preparado com o dispositivo indicado para fornecer às pastilhas uma força de tração constante. O software do equipamento calcula, então, a tensão de aderência através do quociente entre a força aplicada e a área de corte das amostras em ensaio e de aplicação das pastilhas.

De acordo com a norma EN 1015-12 (CEN, 2000), a rotura dos provetes pode acontecer de três formas distintas, sendo essa classificação atribuída consoante a zona onde se dá a rotura.

Os resultados do ensaio dependem do tipo de rotura ocorrida e para o cálculo da tensão de aderência (em MPa) teve-se em consideração a área estimada através da medição de três direções ortogonais da secção de rotura de cada provete.

6.6. Adsorção e desadsorção de vapor de água

Incluindo nos ensaios realizados em campanhas anteriores, Lima & Faria (2016), Lima et. al (2016a), Lima et al (2016b), Lima et al. (2016c), e por ser o foco da análise do trabalho de doutoramento do Arquiteto José Lima, foi realizado o ensaio de adsorção e desadsorção de vapor de água, com o intuito de caracterizar a higroscopicidade das formulações produzidas e avaliar a capacidade das argamassas de diminuir a variação de humidade no interior dos compartimentos.

A norma alemã, DIN 18947 (DIN, 2013) indica que o ensaio deve ser realizado numa face livre do provete, encontrando-se as restantes faces impermeabilizadas. Após a preparação dos provetes, estes devem ser medidos e pesados e são colocados dentro de uma câmara climática, Aralab Fitoclima 300 EDTU, para estabilizarem, a condições de temperatura e humidade relativa de 23°C e 50%, respetivamente. Com os provetes estabilizados, inicia-se o ensaio de adsorção, alterando as condições de HR para os 80%, mantendo os 23°C de T. Os provetes são depois pesados numa balança com precisão de 0,1 g, de acordo com os intervalos definidos na norma, aos tempos de 0,5h; 1h; 3h; 6h e 12h após o início do ensaio. Para uma melhor interpretação dos resultados decidiu-se prolongar o ensaio e realizar uma pesagem às 24h.

Após as 24 h começa-se a fase de desadsorção de vapor de água, baixando a HR de 80% para 50% e mantendo sempre as condições de T na câmara climática. Realizaram-se novas pesagens com os mesmos intervalos de tempo descritos acima, mantendo os provetes em ensaio, igualmente durante 24h.

Os ensaios de adsorção e desadsorção de vapor de água foram realizados aos provetes planares moldados, em moldes metálicos, permitindo que apenas a face superior estivesse livre (Figura 6.1). Os resultados dos ensaios são apresentados segundo as curvas de adsorção e desadsorção de vapor água.



Figura 6.1 – Ensaio de adsorção e desadsorção de água (Créditos: José Lima)

7. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS FACE À PRESENÇA DE ÁGUA

7.1. Permeabilidade ao vapor de água

Para o ensaio da permeabilidade ao vapor de água foram seguidas as normas EN ISO 12572 (ISO, 2001) e EN 15803 (CEN, 2009a), que sofreram alguns ajustes devido às condições encontradas no laboratório. Optou-se por seguir o método da cápsula seca, que pressupõe que, no início do ensaio, o ambiente seco se encontra dentro da cápsula e o ambiente encontra-se saturado (Rato, 2006). Para este método foi necessário introduzir na cápsula uma substância condicionadora de cloreto de cálcio anidro em plaquetas, com granulometria compreendida entre 2,36 mm e 600 µm, que foi seca numa estufa ventilada a 140 °C durante 48 horas. As cápsulas utilizadas durante o ensaio são de alumínio e apresentavam um formato normalizado correspondente para provetes cilíndricos com uma espessura de 20 mm e um diâmetro de 90 mm.

A elaboração do ambiente saturado passou pela utilização de um recipiente plástico estanque onde foi produzida uma solução saturada de cloreto de sódio, deixada no fundo do recipiente. Assim, foi possível manter ao longo do ensaio uma humidade relativa de $93 \pm 3\%$, monitorizada por um termo-higrómetro digital que se encontrava no interior do recipiente. Foi colocada uma grelha metálica sobrelevada por apoios no recipiente, necessária para suportar as cápsulas de ensaios, para estas não entrassem em contacto com a solução.

Iniciou-se o ensaio registando a massa inicial dos provetes, após a secagem em estufa a 60°C durante um intervalo mínimo de 48 horas, até obterem massa constante. Colocou-se, então, dentro das cápsulas a substância estabilizadora de cloreto de cálcio e introduziram-se os provetes, selando-se as juntas com mástique à base de silicone. Aplicou-se, depois, um anel de plástico com diâmetro interno de 75 mm, garantindo a uniformidade da secção exposta ao fluxo de vapor de água descendente.

As cápsulas foram colocadas dentro do recipiente sobre a grelha metálica sobrelevada. Com o intuito de não comprometer o ensaio durante o processo de pesagem das cápsulas, a tampa do recipiente estava furada com o número de furos correspondente à capacidade máxima de cápsulas que o mesmo podia comportar. A aferição de massa foi efetuada com as cápsulas suspensas através de um fio de nylon seguro à cápsula por arames metálicos. Os furos, durante o ensaio, encontravam-se tapados por rolhas de borracha (Figura.7.1), a fim de garantir a estabilização do ambiente dentro do recipiente. Todas as pesagens realizadas ao longo do ensaio foram efetuadas numa balança com precisão de 0,001 g.

Foi realizada a pesagem inicial dos provetes, que tinha em consideração o conjunto da cápsula com a substância condicionadora, o provete cilíndrico, o anel de plástico, o mástique, o fio de nylon e os arames metálicos. As restantes pesagens foram efetuadas de 24 em 24 horas, não considerando as primeiras 48 horas de ensaio, dado que no início do ensaio o aumento de peso é considerável pelo que não tem significado para a análise dos resultados.



Figura 7.1 – Ensaio de permeabilidade

Considerou-se que a conclusão do ensaio se deu a partir do momento em que as últimas três pesagens se encontravam em regime estacionário, de acordo com a equação 7.1

$$\frac{\frac{\Delta m_i}{t_i} - \frac{\Delta m_{i-1}}{t_{i-1}}}{\frac{\Delta m_i}{t_i}} \times 100 \leq 5\%, \quad (7.1)$$

em que Δm_i e Δm_{i-1} representam as diferenças de massas determinadas nos limites dos intervalos de tempo t_i e t_{i-1} , respetivamente.

A permeabilidade ao vapor de água, δ_p em kg/m.s.Pa, é obtido pela equação 7.2

$$\delta_p = \frac{G \times e}{S \times \Delta P}, \quad (7.2)$$

onde G é o fluxo de vapor (g/h), e a espessura do provete (m), S a área de ensaio do provete, $4,31 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ (onde se admitiu o diâmetro médio dos provetes) e ΔP o diferencial de pressão do vapor de água entre os ambientes que estão em contacto com o provete (Pa).

A espessura da camada equivalente, S_d em m, é obtida pela equação 7.3

$$S_d = \frac{\delta_a}{\delta_p} \times e, \quad (7.3)$$

onde e a espessura do provete (m) e δ_a a permeabilidade ao vapor de água do ar (kg/m.s.Pa), definida segundo a norma EN 15803 (CEN, 2009a).

7.2. Absorção de água a baixa pressão por tubos de Karsten

O ensaio de absorção de água por baixa pressão mede a absorção de água pelos poros de um material e possíveis microfissuras que esse material apresente. O ensaio seguiu o procedimento descrito na EN 16302 (CEN, 2013) e Test. Nº II.4 da RILEM (RILEM, 1980), que utiliza tubos de vidros normalizados, tubos de Karsten, que apresentam uma escala graduada de 0,0 a 4,0 ml.

Este ensaio pode ser realizado em laboratório ou *in situ*, admitindo dois métodos conforme a orientação da superfície. Assim, para superfícies horizontais este ensaio produz uma pressão sobre a superfície do provete de 1314,5 Pa, correspondente a uma pressão dinâmica do vento de 166,8 km/h, e para superfícies verticais a pressão produzida sobre o provete é de 1177,2 Pa, ou seja, uma pressão dinâmica do vento de 157,8 km/h.

Escolha do provete e do método

Inicialmente considerou-se realizar o ensaio de absorção de água a baixa pressão nos provetes cilíndricos porque apresentam a área necessária para a execução do ensaio, bem como a espessura máxima que, a ser aplicada sob a forma de reboco, a argamassa apresentaria. Porém, devido às dimensões dos provetes apenas o método horizontal se efetuou. Com efeito, após a realização do ensaio a algumas formulações foi possível perceber que este tipo de provete exibia algumas condicionantes. A face do tubo de Karsten que se encontra em contacto com a superfície do provete apresenta um diâmetro interior de 25 mm e exterior de 50mm, admitindo assim um anel de argamassa livre de 20 mm de espessura em volta do contorno exterior do tubo de Karsten. Verificou-se então que este anel de argamassa não era suficiente, dado que a absorção de água é influenciada por fissuras e microfissuras que os provetes apresentavam, sendo a água encaminhada para o bordo do molde, Figura 7.2.



Figura 7.2 – À esquerda a face superior do provete, à direita o tardo do provete ensaiado a absorção de água por baixa pressão

Assim, uma vez determinada a inviabilidade dos provetes cilíndricos, optou-se por realizar o ensaio sobre a superfície dos provetes sobre tijolo. Devido às suas dimensões, já havia a possibilidade de considerar o ensaio segundo o método vertical, visto que as argamassas serão aplicadas como rebocos. Realizando o ensaio segundo este método, observou-se um fenómeno característico da terra: com a introdução da água no tubo de Karsten, a pressão produzida pela água não era uniforme na superfície de contacto, entrando a água mais facilmente na argamassa na zona acima do centro da área de contacto do tubo com o reboco. Assim, esta parte da argamassa regressava mais rapidamente ao estado fresco que a que se encontrava na zona abaixo do centro do tubo e, conseqüentemente, aumentava de massa, provocando forças excessivas na selagem do tubo, rompendo esta ligação à argamassa e colapsando a aderência do tubo ao reboco.

Desta forma, optou-se por realizar o ensaio de absorção de água a baixa pressão com os tubos de Karsten aplicados na vertical sobre os provetes de reboco sobre tijolo colocados na horizontal.

Realização do ensaio

Realizaram-se os ensaios de absorção de água por baixa pressão às 24 formulações sem acabamentos e às 10 formulações com acabamentos. Iniciou-se o ensaio medindo dois diâmetros interiores ortogonais dos tubos de Karsten. Fixou-se sobre a superfície do provete o tubo de Karsten com o auxílio de plasticina estanque. Introduziu-se a água até à marca dos 4,0 ml (correspondendo a quantidade

de água de 0,9 ml/cm²) e aos intervalos de tempo de 5, 10, 15, 30, 45 e 60 minutos registou-se o nível de água. Sempre que o nível da água atingia a marca dos 0,0 ml reenchia-se o tubo até ao nível inicial dos 4,0 ml, Figura 7.3. Em algumas argamassas, devido à sua constituição, os provetes atingiram a rotura, sendo que para esses casos, foi registado o instante da ocorrência de rotura e a quantidade de água absorvida nesse mesmo instante.

Obtém-se a absorção de água a baixa pressão, W_i em ml/cm², que é obtido pela equação 7.4

$$W_i = \frac{Q_i}{S_m}, \quad (7.4)$$

onde Q_i é a quantidade de água absorvida até ao instante de tempo i (ml) e S_m a área média do tubo de Karsten em contacto com a superfície a ensaiar (cm²).



Figura 7.3 – Ensaio de absorção de água por baixa pressão, à esquerda provete sem acabamento, E1SF3, à direita provete com acabamento, E1S3_WF5_CFCW

7.3. Absorção de água por capilaridade

Para a realização do ensaio de absorção de água por capilaridade foi realizada uma análise comparativa das várias normas em vigor. Optou-se por reproduzir um procedimento de ensaio de acordo com as normas EN 15801 (CEN, 2009) e EN 1015-18 (CEN, 2002), admitindo alguns ajustes testados na preparação e manuseamento dos provetes, devidos à utilização de provetes com terra argilosa como aglomerante e para não comprometer o ensaio com possíveis perdas de material.

Preparação e manuseamento dos provetes

Os provetes que foram ensaiados são as metades dos provetes prismáticos provenientes do ensaio de resistência à tração por flexão e que não foram destruídos no ensaio de resistência à compressão. Os meios provetes foram cortados com uma altura de 40 mm (Figura 7.4), originando provetes cúbicos com as dimensões de 40×40×40 mm³. Antes da realização do ensaio, os provetes foram colocados numa estufa a 60°C durante 48 horas, e seguidamente foram pesados numa balança com precisão de 0,001g, até massa constante. Após a secagem dos provetes, as laterais foram impermeabilizadas, garantindo que o fluxo da água ocorresse unidireccionalmente, no sentido ascendente, evitando a ocorrência de ganhos de água ou perdas por evaporação pelas faces laterais. A impermeabilização foi efetuada com uma mistura de iguais quantidades de cera de abelha e pez de louro, considerada uma resina natural (Figura 7.4).

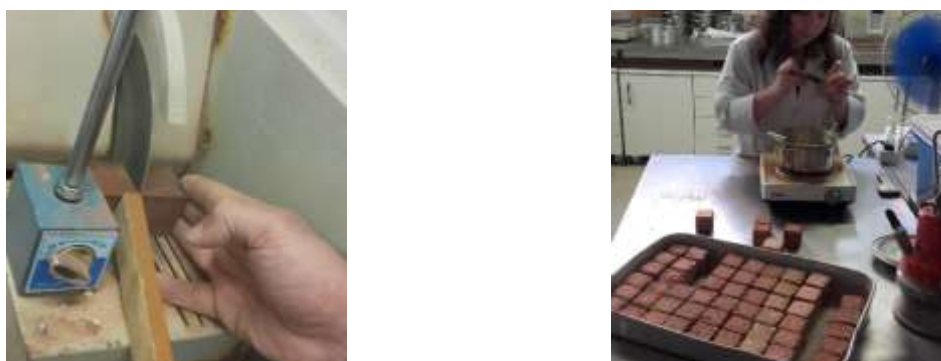


Figura 7.4 – À esquerda, o corte das metades dos provetes provenientes do ensaio da resistência à tração por flexão, à direita a colocação da impermeabilização nos provetes

À semelhança de outros autores (Santos, 2014), optou-se por cobrir a face inferior dos provetes – face que se encontra em contacto com a água – para limitar a ocorrência de perdas de massa ao longo do ensaio. O material escolhido para este efeito teria que permitir a passagem de água e ao mesmo tempo bloquear a perda de material; no entanto, não podia absorver uma elevada quantidade de água. Foram então tidas em consideração três opções: o papel de filtro de laboratório, um tecido à base de algodão e um tecido sintético tipo tule. Para a caracterização destes materiais elaboraram-se ensaios de teste de absorção de água por capilaridade a cada material. Concluiu-se que o papel de filtro de laboratório não podia ser uma opção válida, uma vez que ao final de algum tempo se deteriorava, rasgando-se nas zonas das areias dos provetes. De entre os dois tecidos tidos em consideração os testes revelaram que, mesmo absorvendo pouca água, o tecido de algodão absorvia o dobro da quantidade de água do tecido sintético tipo tule (Quadro 7.1).

Quadro 7.1 – Síntese dos resultados obtidos pelos materiais em consideração para o manuseamento dos provetes

Material	Proвете nº	Massa seca [g]	Massa húmida [g]	Δ Massa [g]	Δ Massa Média [g]	Δ Massa D.P. [g]
Pano 70x70 mm 48% algodão 52% poliéster	1	13,477	14,558	1,081	1,006	0,070
	2	13,702	14,769	1,067		
	3	14,082	15,068	0,986		
	4	13,628	14,518	0,89		
	5	13,506	14,57	1,064		
	6	10,34	11,289	0,949		
Filtro papel 70x70 mm	1	13,223	14,342	1,119	1,024	0,071
	2	13,177	14,157	0,98		
	3	13,328	14,444	1,116		
	4	13,615	14,59	0,975		
	5	13,37	14,39	1,02		
	6	10,497	11,428	0,931		
Tule polipropileno 70x70 mm	1	13,285	13,738	0,453	0,440	0,061
	2	13,286	13,714	0,428		
	3	13,925	13,319	–		
	4	10,204	10,558	0,354		
	5	13,948	13,334	–		
	6	13,154	13,68	0,526		

Nota: Ensaio realizado com remoção da água em excesso através de pousar o cesto do provete sobre um pano esponjas.

Escolheu-se, assim, o tecido sintético tipo tule para preservar o material que pudesse eventualmente desagregar-se do provete durante o ensaio e segurou-se por um elástico ao provete. Este é um material têxtil de origem sintética, 100 % poliéster, e apresenta uma malha de 0,2 mm definida por fibras muito finas.

Realização do ensaio

Após a preparação dos provetes, estes foram deixados na sala condicionada, com condições de temperatura de $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ e humidade relativa de $60\pm 5\%$, a estabilizar, admitindo pesagens de massa constante, numa balança com a precisão de 0,01g.

Optou-se por estabilizar os provetes na sala condicionada e não os secar completamente para a reprodução do ensaio de absorção de água por capilaridade por se efetuar também o ensaio de secagem nesta sala. Esta escolha provém do argumento de que os provetes partem de uma posição de estabilização e sofrem um aumento de massa através do ensaio de absorção de água por capilaridade; posteriormente, regressam a essa mesma posição de estabilização, por perda de massa através da realização do ensaio de secagem.

Para o manuseamento dos provetes durante a realização do ensaio, e devido à sua natureza, foram produzidos cestos com laterais de PVC, com um fundo de rede metálica segura por um elástico, apresentado uma malha quadrada de 1 mm. Estes cestos permitiram medir a massa dos provetes sem lhes tocar, Figura 7.5.



Figura 7.5 – Pesagem do provete no ensaio de absorção de água por capilaridade

Antes da realização do ensaio aferiram-se a massa seca do provete (estabilizada na sala condicionada); a massa seca do provete conjuntamente com o tule mais o elástico e isoladamente a massa húmida do cesto. Esta última massa aferiu-se para diminuir o impacto do instante inicial que o cesto entra em contacto com a água.

De modo a simular um ambiente húmido saturado, preparou-se um recipiente plástico onde se introduziu um tabuleiro metálico sobrelevado, relativamente a uma camada de água. De acordo com a norma EN 15801 (CEN, 2009), optou-se por preencher o fundo do tabuleiro com um material esponjoso com 4 mm de espessura, que apresenta uma composição de celulose alveolar, com polpa de madeira reforçada com uma base de algodão, saturado. Todas as massas húmidas dos provetes foram pesadas no interior de um tabuleiro metálico com o fundo preenchido também pelo mesmo material esponjoso, para manter o mesmo ambiente do ensaio durante o processo de pesagem. Os provetes foram colocados dentro dos respetivos cestos que já se encontravam dentro do recipiente plástico, previamente pesados.

A aferição das massas foi adaptada para este tipo de provetes, por se estar a trabalhar com argamassas de terra para a aplicação de rebocos. Os intervalos de tempo entre pesagens foram realizados aos 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 60, 120, 180, 360, 1440, 2880 e 4320 minutos, até à saturação dos provetes por absorção de água capilar, Figura 7.6.



Figura 7.6 – Ensaio de absorção de água por capilaridade

O gráfico que relaciona a quantidade de água absorvida pela área da base (kg/m^2) com a raiz quadrada do tempo ($\text{min}^{1/2}$) permite obter a curva de absorção por capilaridade. A quantidade de água absorvida, M em kg/m^2 , é dada pela equação 7.5

$$M = \frac{m_i - m_0}{S}, \quad (7.5)$$

onde m_i representa a massa do provete no instante i e m_0 a massa do provete no instante inicial (kg), e S é a secção do provete em contacto com a água ($0,04 \times 0,04 \text{ m}^2$).

O coeficiente de capilaridade, CC ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$), representa o declive da reta obtida através de uma regressão linear dos pontos do troço inicial da curva de absorção por capilaridade.

7.4. Secagem

O procedimento relativo ao ensaio de secagem foi baseado na norma EN 16322 (CEN, 2013a) e no Test No. II.5 da RILEM (RILEM, 1980a). O ensaio foi igualmente executado na sala condicionada, a uma temperatura de $20 \pm 3^\circ\text{C}$ e humidade relativa de $60 \pm 5\%$, e teve início após o fim do ensaio de absorção de água por capilaridade. Para a realização deste ensaio, foi utilizada uma caixa de Petri, previamente pesada numa balança com precisão de 0,001g, para garantir que a evaporação de água dos provetes ocorresse unidireccionalmente e exclusivamente pela face superior, facilitando o seu manuseamento, uma vez que estes se encontravam muito amolecidos devido à absorção de água. Retirou-se cuidadosamente o provete do interior do cesto utilizado durante o ensaio de absorção de água por capilaridade. Pesou-se novamente a massa húmida do cesto, aferindo-se assim a massa inicial do provete (subtraindo-se à última massa de absorção de água capilar a massa do cesto húmido e somando a massa da caixa de Petri).

Seguidamente, os provetes foram pesados 6 vezes durante a primeira hora, de 10 em 10 minutos, e, à semelhança do ensaio de absorção de água por capilaridade, foi aferida a massa ao final das 2 horas, 3 horas e 6 horas e posteriormente de 24 em 24 horas até à estabilização. A curva de evaporação foi sendo realizada ao longo do ensaio para controlar a evaporação dos provetes.

O teor de água, W_t em kg/m^2 , é definido pela equação 7.6

$$W_t = \frac{m_i - m_0}{m_i} \times 100 \%, \quad (7.6)$$

onde m_i representa a massa do provete no instante i e m_0 a massa do provete no instante inicial (kg). Na Figura 7.7 observam-se os provetes ensaiados à secagem.



Figura 7.7 – Ensaio de secagem

7.5. Erosão por gotejamento – Geelong test

O ensaio de erosão por gotejamento avalia a resistência que a superfície de um reboco apresenta quando exposta à ação direta de pingos de água. Devido à ausência de normas europeias, adotou-se um procedimento de ensaio descrito numa norma da Nova Zelândia, a NZS 4298 (NZS, 1998), sofrendo alterações devido à aplicação em estudo, uma vez que a norma em questão está direcionada para a construção com blocos executados com diferentes terras.

Para a realização deste ensaio foi necessário produzir um equipamento semelhante ao indicado na norma, que originasse sobre os provetes o efeito desejado. A uma haste vertical fixa a uma base, foi incorporado um tubo plástico cilíndrico com um diâmetro de 10 mm, e a este foi ligada uma torneira gotejadora com um diâmetro aproximado de 2 mm. A boca da torneira encontrava-se afastada de 400 mm na vertical, do ponto de contacto do provete. O provete foi colocado na base dentro de um cesto metálico, com uma inclinação de 60° com a horizontal. Decidiu-se adotar uma inclinação superior à indicada na norma (30°) por se tratar de uma investigação sobre rebocos, Figura 7.8.

A norma (NZS, 1998) indica que, para um bloco de terra com 300x300x125 mm³ de dimensões, o ensaio de erosão por gotejamento deve de produzir sobre o provete um efeito gerado por 100 ml de água gotejados de uma altura de 400 mm durante 20 a 60 minutos, a uma velocidade constante. No sentido de aplicar este procedimento nos provetes planares de terra, e admitindo o caudal e a altura de impacto parâmetros essenciais para averiguar a erosão por gotejamento, optou-se por realizar uma relação entre a espessura dos provetes indicados na norma e os provetes a ensaiar. Posto isto, como a norma indica que se deve utilizar 100 cm³ de água para blocos com 125 mm de espessura, e uma vez que os provetes a ensaiar tinham uma espessura de 15 mm, utilizaram-se 12 cm³ de quantidade de água para o ensaio, Figura 7.8.



Figura 7.8 – Equipamento utilizado no ensaio de erosão por gotejamento

Previamente à realização do ensaio, os provetes foram secos numa estufa a 60°C durante 48 horas, até massa constante. Começou-se o ensaio pesando-se os provetes secos e colocando-os no cesto. Abriu-se a torneira e deixou-se gotejar, a velocidade constante, 12 cm³ de água durante 4 minutos, garantido um caudal de 3,0 cm³/min, para todos os provetes.

Após o ensaio (Figura 7.9) os provetes foram pesados, para aferir a massa de água absorvida. Seguidamente, foram colocados novamente na estufa a 60°C, até massa constante, e foram medidos, com o auxílio de uma craveira digital, os eixos da elipse, horizontal e vertical, produzida pela água, bem como a profundidade da penetração. Aferiu-se depois a massa de material erodida pela água.



Figura 7.9 – Provetes após a realização do ensaio de erosão por gotejamento

8. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

8.1. Resultados obtidos em campanhas anteriores

Dado o presente trabalho se foca numa análise particular no âmbito de um estudo alargado sobre argamassas de terra para rebocos interiores, apresenta-se assim, em seguida, uma síntese dos resultados já obtidos para as argamassas em estudo, por outros investigadores em campanhas anteriores e já publicados (Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016a; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016). Os resultados analisados neste subcapítulo não têm em consideração as argamassas pertencentes aos grupos 3, formulações com diferentes terras argilosas (B1S3 e K1S3), e 4, formulações com 5% de adição de ligantes (E1S3_CL5), dado que os resultados obtidos com estas argamassas ainda não foram publicados.

No que diz respeito à massa volúmica aparente, as formulações apresentam globalmente valores entre 1,7 – 2,0 kg/dm³, não se verificando grandes oscilações; com a exceção de que a adição de fibras de tabúia e de gesso provoca o aumento ligeiro do seu valor, ao contrário do incremento das fibras de aveia, diminuindo o valor obtido na formulação de referência, Figura 8.1. Relativamente aos resultados da medição da retração linear, observa-se que a maioria das formulações retrai cerca de 1% do comprimento inicial; com exceção da formulação E1SC3, que sofre um ligeiro aumento de comprimento, Figura 8.1. No que refere à proporção de terra argilosa:areia de referência, observa-se que o incremento da percentagem de argila ilítica aumenta a retração linear da argamassa, sendo a formulação E1S2 a que regista o valor mais elevado.

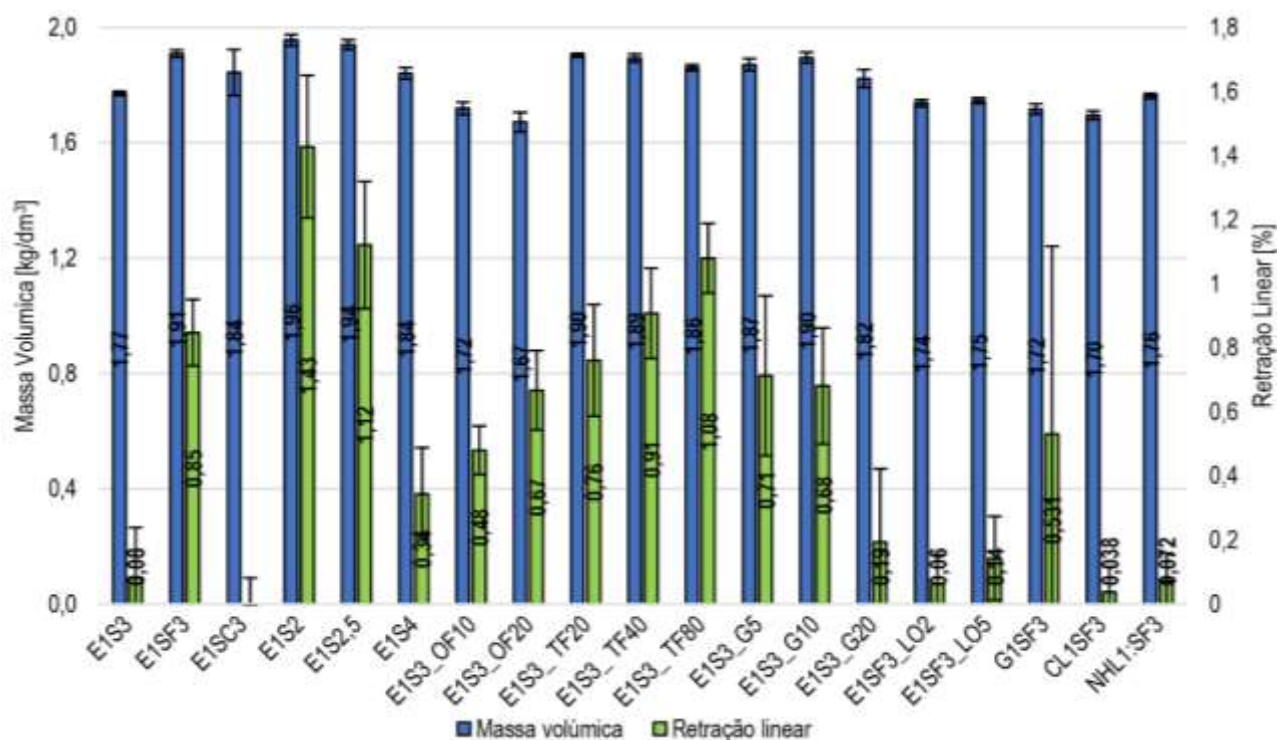


Figura 8.1 – Massa volúmica aparente e retração linear - resultados obtidos em campanhas anteriores (adaptado de Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)

Verifica-se um comportamento semelhante nas formulações com adição de fibras naturais, sendo que a adição de fibras de aveia aumenta o valor de retração da argamassa, porém, ambas as formulações, E1S3_OF10 e E1S3_OF20, registaram valores abaixo da formulação de referência. Já a adição de fibras de tabua, regista, por outro lado, valores acima da E1S3. Observa-se ainda que a adição de óleo de linhaça tende a estabilizar as dimensões da argamassa com valores residuais de retração linear.

Os resultados das resistências mecânicas, à tração por flexão, à compressão e a aderência ao suporte são apresentados na Figura 8.2. Verifica-se que os valores das argamassas de terra, sem adições, registaram um valor entre 0,53 – 0,99 N/mm², com a formulação de referência, E1S3, a registar 0,77 N/mm². Observa-se que o incremento da adição de gesso nas argamassas de terra aumenta significativamente as resistências, à compressão e à tração por flexão, em comparação com a E1S3, com grande expressão na adição de 20%, triplicando os valores. Constata-se novamente este comportamento nas formulações, relativamente à adição de óleo de linhaça, que para além de melhorar as resistências, também melhora a aderência ao suporte.

Verifica-se, ainda, que a adição de fibras de aveia diminui os valores registados para as resistências mecânicas, à compressão e à tração por flexão, contudo esta adição aumenta ligeiramente o valor da aderência ao suporte, o que é benéfico, uma vez que a aderência é das propriedades mais relevantes para as argamassas de reboco.

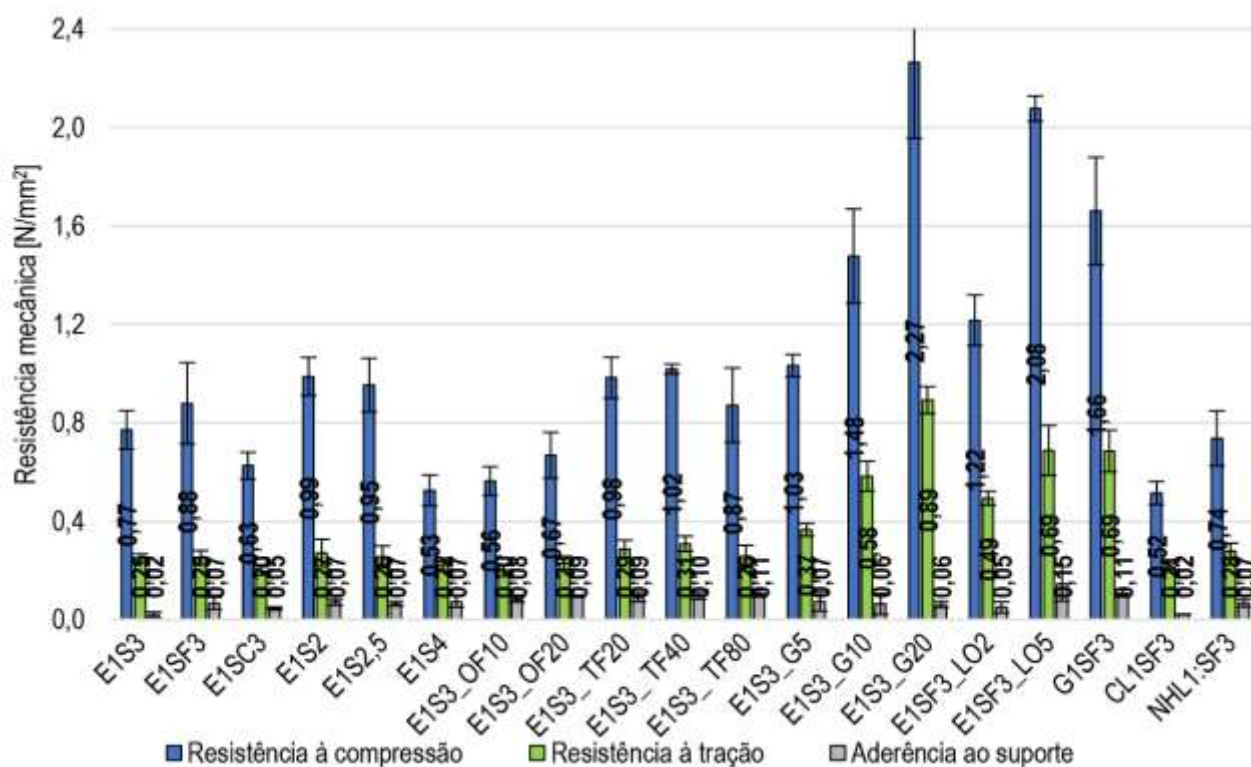


Figura 8.2 – Resistências mecânicas – resultados obtidos em campanhas anteriores (adaptado de Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)

Os valores correspondentes ao ensaio de adsorção de vapor de água pelas diferentes formulações encontram-se apresentados na Figura 8.3. Observou-se que a adsorção de vapor de água apresenta valores elevados em todas as argamassas com terra (entre 40 g/m² e 80 g/m²). Relativamente aos resultados obtidos, referentes às argamassas com ligantes convencionais, registaram-se valores bastante reduzidos, com resultados compreendidos entre 9,0 – 27,7 g/m², Figura 8.3.

Da análise realizada às formulações com terra argilosa verifica-se que o incremento da percentagem de terra aumenta a adsorção de vapor, dado que é a argila que possui esta propriedade. Observou-se que a adição de fibras naturais diminui ligeiramente este valor, no entanto, nem a percentagem de fibras, nem a natureza da fibra, assumem expressão no resultado. Os resultados obtidos nas argamassas com a adição de gesso vão de acordo com os obtidos nas argamassas à base de ligantes. Ainda assim, as formulações com adição de gesso assumem valores muito superiores à correspondente formulação apenas de gesso, G1S3. Verifica-se ainda que o incremento da adição de óleo de linhaça diminui muito significativamente a adsorção de vapor de água, registando valores piores do que os relativos à adição de gesso.

Pode-se concluir, portanto, que os fenómenos de adsorção de vapor de água são indiretamente proporcionais ao aumento das resistências, notando-se que as argamassas de terra que apresentam os melhores valores de resistência mecânica são as que apresentam piores valores no que se refere ao seu comportamento higroscópico.

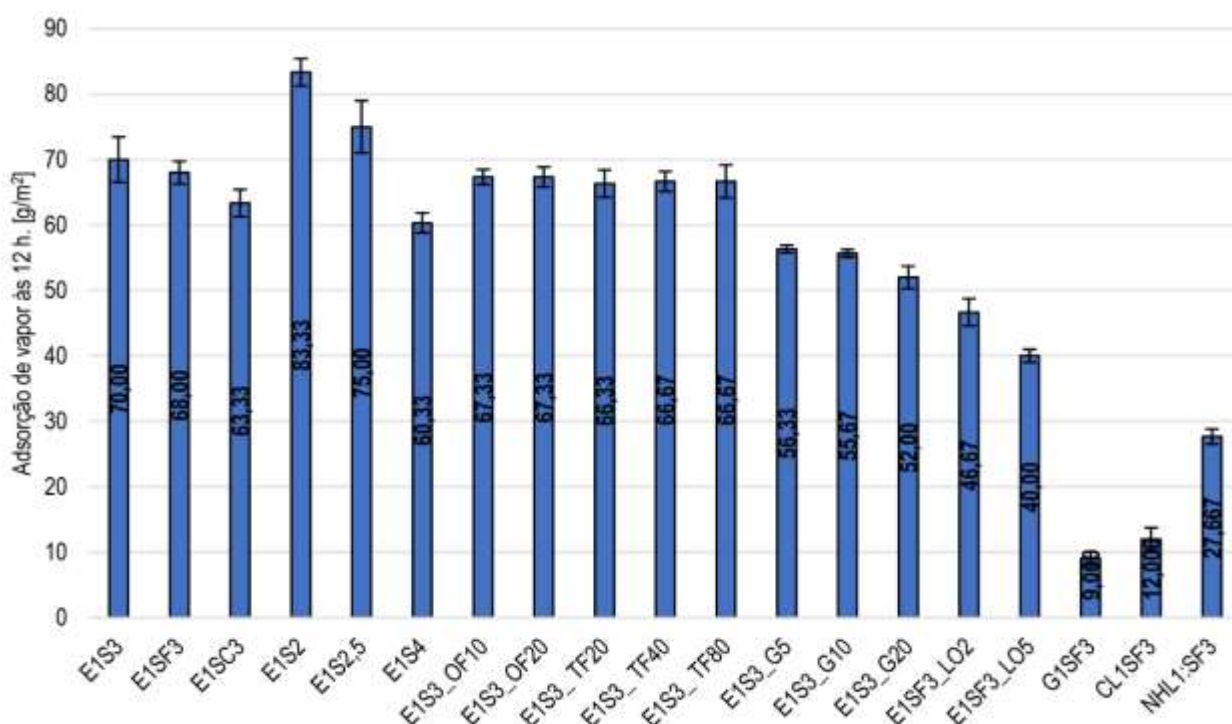


Figura 8.3 – Adsorção de vapor de água às 12 h - resultados obtidos em campanhas anteriores (adaptado de Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)

Apresenta-se no Quadro 8.1, uma síntese dos resultados obtidos em campanhas anteriores, Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016, relativos a aferição da massa volumica aparente, no estado endurecido; a aferição da retração linear; aos ensaios de resistência à tração por flexão e à compressão e ainda ao ensaio de adsorção de vapor de água ao final de 12 h. Os valores apresentados são as médias de cada parâmetro e os respetivos desvios padrão.

Quadro 8.1 – Síntese dos resultados obtidos em campanhas anteriores (Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016)

Argamassa	Massa volúmica		Retração linear		Resistência à tração		Resistência à compressão		Aderência ao suporte		Adsorção de Vapor 12h.	
	Média [kg/dm ³]	D.P. [kg/dm ³]	Média [%]	D.P. [%]	Média [N/mm ²]	D.P. [N/mm ²]	Média [N/mm ²]	D.P. [N/mm ²]	Média [N/mm ²]	D.P. [N/mm ²]	Média [g/m ²]	D.P. [g/m ²]
E1S3	1,772	0,008	0,08	0,15	0,250	0,017	0,771	0,079	0,019	0,012	70,00	3,46
E1SF3	1,909	0,013	0,85	0,10	0,253	0,028	0,879	0,165	0,067	0,024	68,00	1,73
E1SC3	1,844	0,080	-0,01	0,09	0,198	0,017	0,626	0,055	0,046	0,006	63,33	2,08
E1S2	1,956	0,019	1,43	0,22	0,272	0,055	0,988	0,078	0,071	0,013	83,33	2,08
E1S2,5	1,941	0,017	1,12	0,20	0,256	0,044	0,954	0,109	0,065	0,010	75,00	4,00
E1S4	1,841	0,020	0,34	0,14	0,224	0,025	0,525	0,062	0,074	0,023	60,33	1,53
E1S3_G5	1,872	0,021	0,71	0,25	0,366	0,026	1,033	0,045	0,073	0,038	56,33	0,58
E1S3_OF10	1,720	0,021	0,48	0,08	0,201	0,025	0,564	0,058	0,081	0,010	67,33	1,15
E1S3_OF20	1,672	0,034	0,67	0,12	0,230	0,027	0,668	0,093	0,094	0,002	67,33	1,53
E1S3_TF20	1,904	0,007	0,76	0,17	0,288	0,036	0,983	0,083	0,092	0,019	66,33	2,08
E1S3_TF40	1,894	0,013	0,91	0,14	0,309	0,031	1,019	0,020	0,097	0,014	66,67	1,53
E1S3_TF80	1,861	0,010	1,08	0,11	0,257	0,046	0,872	0,151	0,107	0,014	66,67	2,52
E1S3_G10	1,896	0,019	0,68	0,18	0,583	0,061	1,478	0,191	0,064	0,043	55,67	0,58
E1S3_G20	1,823	0,031	0,19	0,23	0,893	0,055	2,265	0,309	0,062	0,013	52,00	1,73
E1SF3_LO2	1,738	0,012	0,06	0,09	0,494	0,028	1,217	0,103	0,051	0,022	46,67	2,08
E1SF3_LO5	1,746	0,010	0,14	0,13	0,688	0,102	2,078	0,052	0,146	0,070	40,00	1,00
G1SF3	1,717	0,018	0,531	0,586	0,685	0,085	1,661	0,218	0,108	0,014	9,000	1,000
CL1SF3	1,696	0,015	0,038	0,079	0,214	0,012	0,515	0,047	0,022	0,001	12,000	1,732
NHL1SF3	1,763	0,009	0,072	0,088	0,279	0,032	0,737	0,112	0,068	0,016	27,667	1,155

8.2. Resultados de caracterização higroscópica e face à presença de água líquida

No presente subcapítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos neste estudo, nomeadamente no que respeita à caracterização higroscópica complementar e face à presença de água líquida, que compreendeu a realização dos ensaios de permeabilidade ao vapor de água, absorção de água por baixa pressão, absorção de água por capilaridade e secagem (Lima et al., 2017). O ensaio de erosão por gotejamento apenas será discutido no subcapítulo referente à análise da influência da aplicação de revestimentos, no ponto 8.3, visto ser um ensaio destrutivo, e assim, só se ter optado pela sua realização nas argamassas onde posteriormente foram aplicados acabamentos.

Dado o elevado número de formulações analisadas, optou-se por apresentar os resultados segundo os grupos definidos no ponto 5.2.2., no sentido de ser mais clara a sua compreensão e análise.

8.2.1. Grupo 1 – Formulações com areias de diferentes granulometrias

O grupo 1 diz respeito às três formulações que contêm diferentes areias, possuindo todas a mesma proporção volumétrica de terra ílítica:areia. Nota-se que a formulação mais permeável ao vapor de água é a que contém o agregado mais fino, E1SF3, e que a menos é a formulação de referência, E1S3. O facto de não haver uma relação clara entre o aumento da dimensão do agregado e o aumento da permeabilidade deve-se, provavelmente, ao rearranjo entre os grãos mais finos e mais grossos das areias com a terra argilosa, não sendo igual em todas as argamassas. Originam-se, consecutivamente, porosidades não relacionáveis com a dimensão das areias (Figura 8.4). De salientar ainda que, apesar da formulação de referência, E1S3, registar um valor superior de adsorção de vapor de água, comparativamente com E1SF3 e E1SC3 (Figura 8.3), é a argamassa que regista o valor mais desfavorável relativamente ao ensaio de permeabilidade, assumindo valor de espessura de camada equivalente elevado.

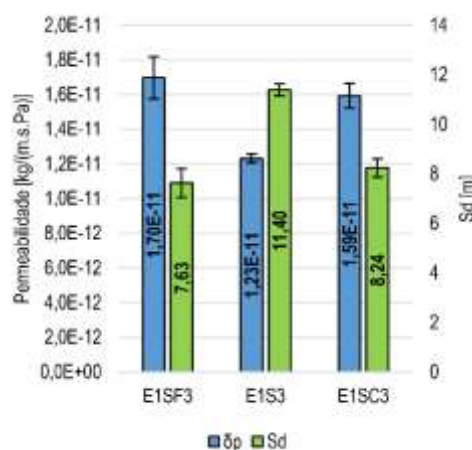


Figura 8.4 – Grupo 1 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

Apresenta-se na Figura 8.5, a curva de absorção de água a baixa pressão (por unidade de área) em função do tempo. Observa-se que a formulação com o agregado mais fino não resiste à ação produzida no ensaio, chegando à rotura antes da absorção dos 0,9 ml/cm² de água. No que se refere às outras duas argamassas, verifica-se que ambas absorvem mais do que a quantidade de água indicada pela norma, EN 16302 (CEN, 2013), com a formulação das areias grossas, E1SC3, a mostrar uma tendência crescente até ao ponto dos 15 min., registando um valor de 1,52 ml/cm², entrando depois em rotura. Já formulação de referência, E1S3, suporta o tempo definido para o ensaio, de 60 min., absorvendo um valor ligeiramente superior ao mínimo indicado.

Ainda de referir que os resultados obtidos neste ensaio estão em conformidade com os valores registados para as resistências mecânicas, obtidas nas campanhas anteriores, Lima & Faria, 2016; Lima et al., 2016b; Lima et al., 2016c; Coreia, 2016, uma vez que a formulação de referência registou o valor mais elevado, bem como no ensaio de adsorção de vapor de água, onde a E1S3 é também a formulação que adsorve a maior quantidade de vapor de água.

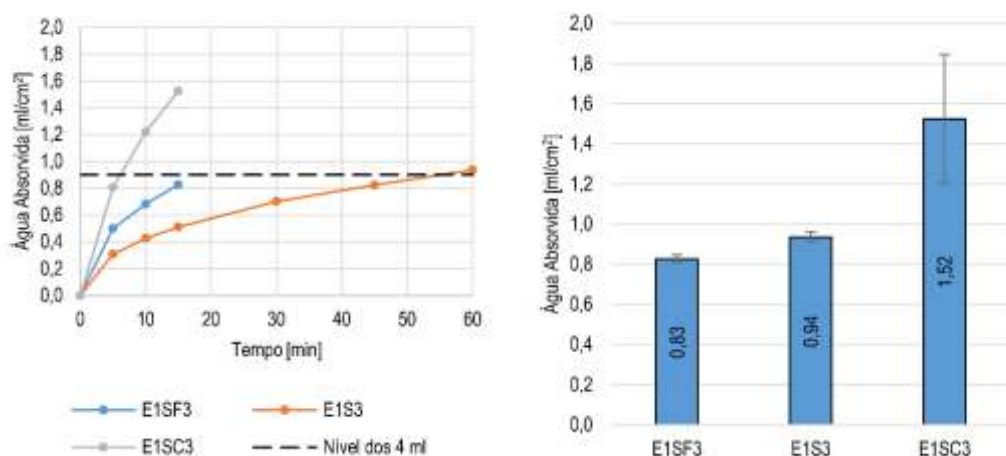


Figura 8.5 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 1: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

O coeficiente de capilaridade analisa a velocidade que os vasos capilares no interior dos provetes apresentam no efeito de sucção de água, Figura 8.6. O valor mais elevado, obtido pela formulação E1SF3, justifica-se pelo facto de, provavelmente, esta argamassa conter vazios de menores dimensões, devido ao aumento de finos do agregado, e assim aumentar a velocidade capilar no início do ensaio. Já a formulação E1SC3 apresenta uma maior velocidade inicial, em comparação com E1S3, diminuindo com o decorrer do ensaio, devido ao preenchimento dos poros. O valor de absorção final, obtido ao fim de 4320 minutos, é inversamente proporcional à granulometria das areias das argamassas, provavelmente devido à dimensão dos poros, admitindo que a formulação E1SF3 apresenta eventualmente poros de menores dimensões, com maiores forças de sucção, e a formulação E1SC3 apresenta, eventualmente, poros de maiores dimensões, com menores forças de sucção.

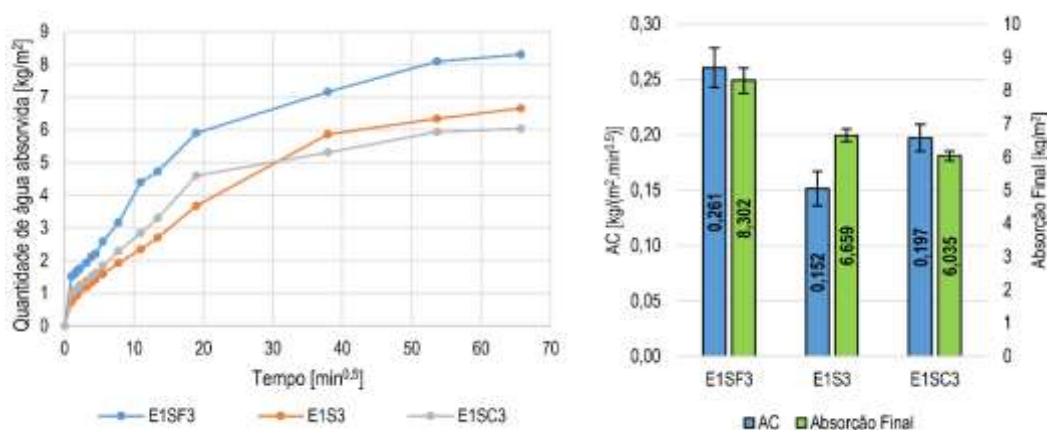


Figura 8.6 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 1: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

No que se refere ao ensaio de secagem (Figura 8.7), observa-se que a velocidade de evaporação de água no estado líquido (taxa de secagem 1) diminui com o aumento das dimensões do agregado, sendo que essa diminuição é mais acentuada da formulação de referência, E1S3, para a formulação com as areias mais grossas, E1SC3, sendo que a E1S3 regista um valor idêntico ao da E1SF3. A evaporação de vapor de água (taxa de secagem 2) apresenta um comportamento análogo; no entanto verifica-se que esta diminuição é mais acentuada da formulação com as areias finas, E1SF3, para a formulação de referência, E1S3, com esta última a registar um valor semelhante ao de E1CF3.

As curvas obtidas no ensaio de secagem são coerentes com as curvas da capilaridade, devido à continuação entre os ensaios. O mesmo se verifica no que se refere à quantidade máxima de água absorvida no ensaio de capilaridade e às velocidades de evaporação dessa mesma água, com E1SF3 a apresentar os maiores valores nestes parâmetros.

Verifica-se, adicionalmente, uma boa relação nos valores obtidos pela formulação de referência, E1S3, dado ser a menos permeável e a que absorve menores quantidades de água, quer no ensaio de baixa pressão, quer no ensaio de capilaridade, justificando uma boa escolha de referência.

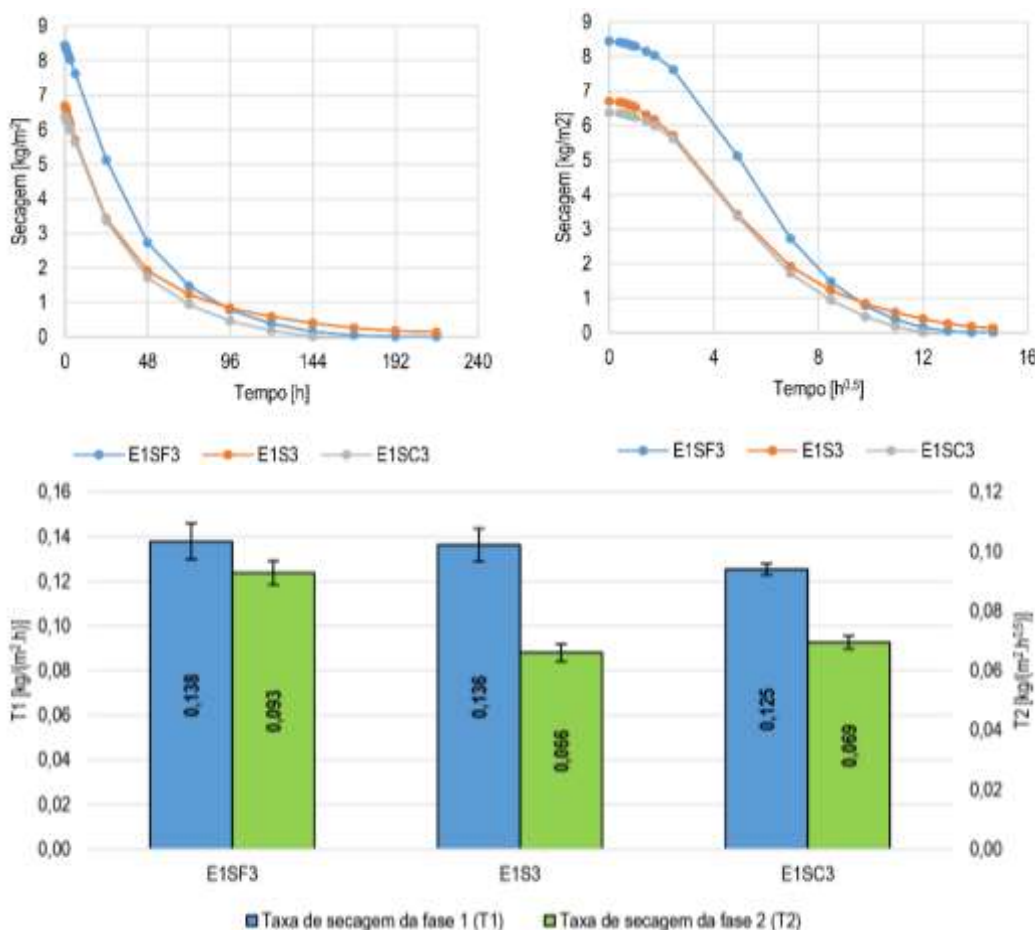


Figura 8.7 – Ensaio de Secagem – Grupo 1: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

8.2.2. Grupo 2 – Formulações com diferentes proporções de terra: areia

O grupo 2 tem em consideração as quatro formulações que apresentam diferentes proporções de terra ilítica e areia de referência. Constatou-se que o valor de permeabilidade ao vapor de água aumenta com o incremento de areia na formulação, com exceção da E1S3, que sofre uma ligeira diminuição do valor, devendo-se provavelmente a um equilíbrio encontrado entre a organização das partículas de terra ilítica com as partículas da areia de referência, que surge igualmente nos resultados apresentados nos outros grupos, Figura 8.8. De notar ainda, que os valores obtidos para a espessura da camada equivalente são, globalmente, valores altos, reforçando a importância da terra argilosa neste parâmetro, uma vez que esta relação de grandezas de valores não se verificou no grupo 1.

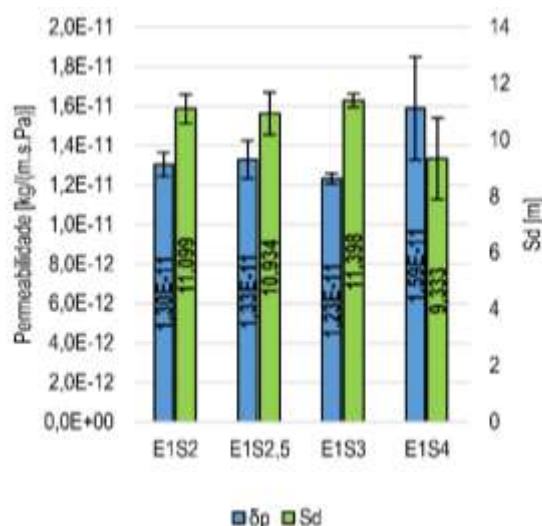


Figura 8.8 – Grupo 2 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

Em relação aos valores obtidos no ensaio de absorção de água a baixa pressão, observa-se na Figura 8.9, que o incremento de terra argilosa diminui a absorção inicial (até aos 10 min.) assim como a quantidade máxima de água absorvida. Este fenómeno deve-se provavelmente à expansão do mineral argiloso na presença de água. No entanto, a argamassa E1S2,5 que apresenta absorção inicial e quantidade máxima de água absorvida inferior à formulação E1S2, com maior concentração de terra. Provavelmente este comportamento da argamassa E1S2,5 deve-se a esta argamassa ter sido formulada com quantidade de água inferior às restantes argamassas (Quadro 5.2) o que a torna eventualmente menos porosa.

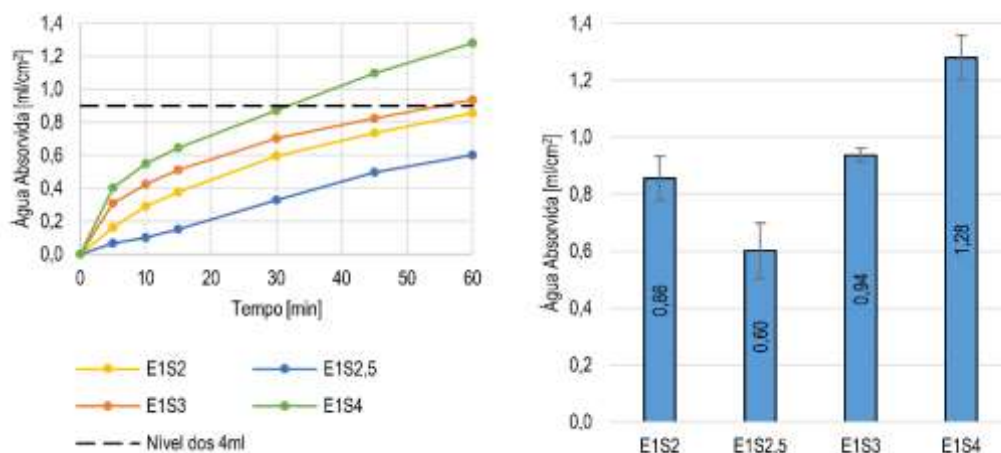


Figura 8.9 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 2: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

No que diz respeito ao ensaio de absorção de água por capilaridade, Figura 8.10, os valores do coeficiente de capilaridade sofrem uma ligeira diminuição com o aumento da percentagem de agregado nas formulações, com exceção da E1S4, que apresenta o maior valor, juntamente com a maior velocidade inicial, estabilizando a absorção ao longo do ensaio. Todavia, a quantidade máxima que cada formulação absorveu ao longo do ensaio é consistente com o incremento das areias.

Dos ensaios de absorção de água, pode-se admitir que existe um comportamento similar entre os dois, observando-se que o incremento de areia tende a aumentar a quantidade de água.

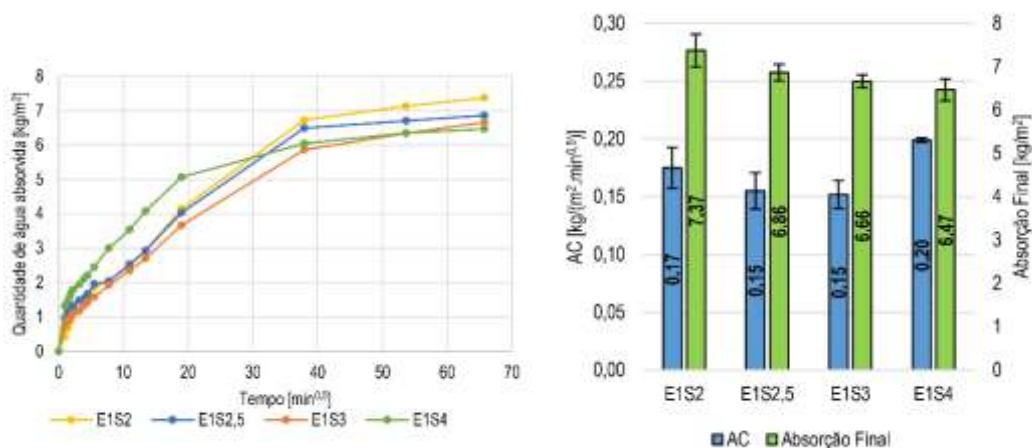


Figura 8.10 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 2: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

O ensaio de secagem vai de acordo com os resultados obtidos no ensaio de absorção por capilaridade, uma vez que a velocidade de evaporação da água no estado líquido aumenta com o incremento do agregado, com exceção da E1S4, e a velocidade de evaporação do vapor de água está em conformidade com a quantidade máxima de água absorvida no ensaio de absorção por capilaridade, Figura 8.11. Observa-se também que a velocidade de evaporação de vapor de água segue um comportamento idêntico ao da adsorção de vapor de água, com a formulação com maior percentagem de terra argilosa, E1S2, a adsorver a maior quantidade de vapor.

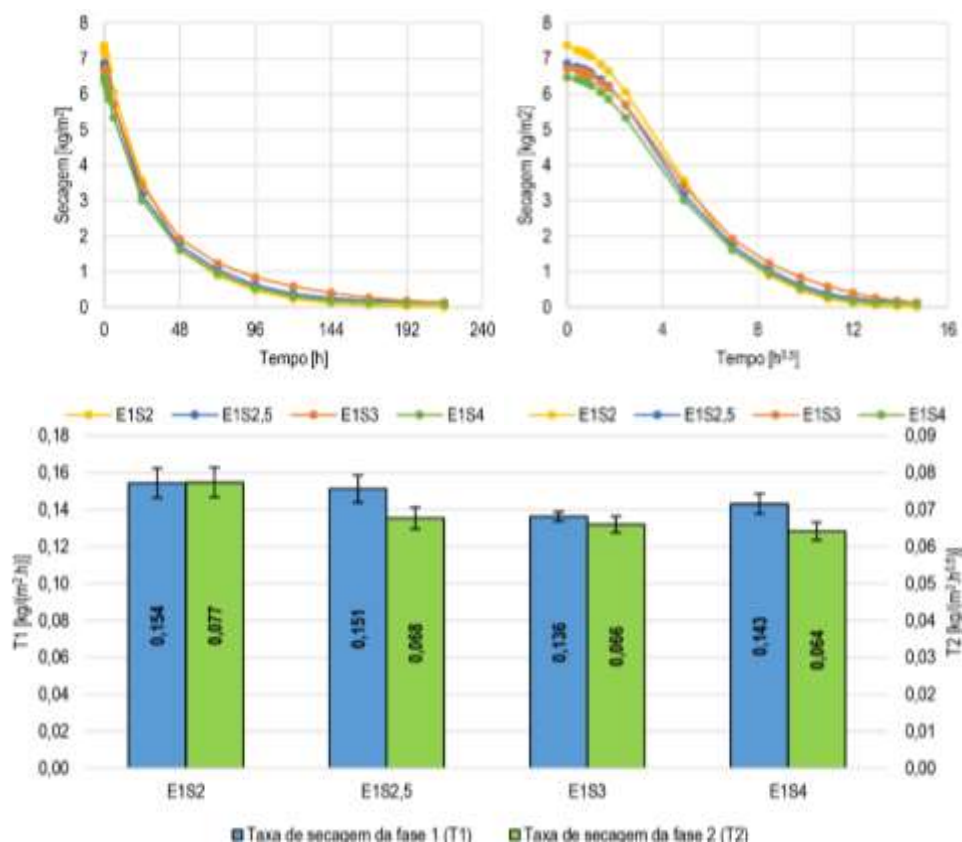


Figura 8.11 – Ensaio de Secagem – Grupo 2: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

8.2.3. Grupo 3 – Formulações com diferentes terras argilosas

As três formulações constituídas por diferentes terras argilosas foram agrupadas no grupo 3 e relativamente aos valores de permeabilidade ao vapor de água observa-se que a argamassa com a terra bentonítica, B1S3, é a mais permeável e a argamassa de referência, E1S3, a menos permeável, Figura 8.12, admitindo-se uma espessura de camada equivalente ao dobro da B1S3.

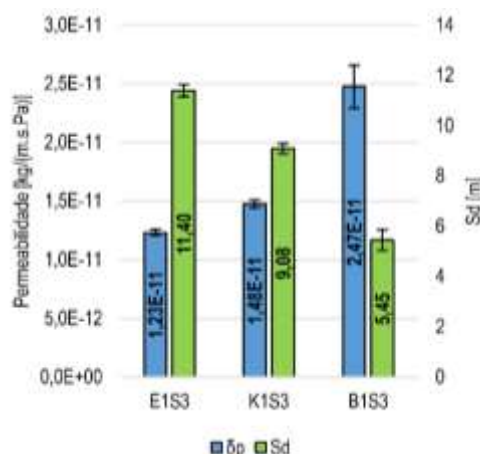


Figura 8.12 – Grupo 3 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

No que concerne ao ensaio de absorção por baixa pressão, Figura 8.13, os resultados indicam que a formulação com a terra bentonítica, B1S3, é a que absorve menos água, a terra caulínica, K1S3, a que absorve mais água e a terra ílítica, E1S3, a que se encontra entre as duas restantes terras, coerente com os resultados obtidos no ensaio de permeabilidade, Figura 8.8. Nota-se ainda a existência de uma grande discrepância de valores entre as diferentes argamassas, com a argamassa K1S3 a entrar em rotura após a absorção do dobro da quantidade de água indicada na norma, EN 16302 (CEN, 2013), de 0,9 ml/cm² e a argamassa B1S3 a absorver menos de metade da quantidade indicada para o ensaio.

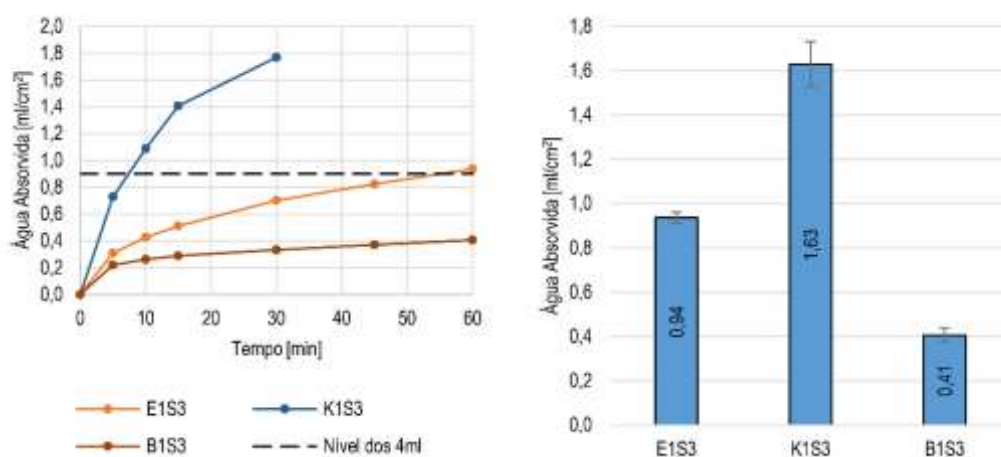


Figura 8.13 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 3: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

Os resultados do ensaio de capilaridade apontam para a mesma tendência, com um coeficiente de capilaridade menor para a terra bentonítica, B1S3, e maior para a terra caulínica, K1S3. No entanto, em relação à análise da quantidade máxima absorvida no ensaio de absorção de água por capilaridade verifica-se o inverso dos valores correspondentes ao coeficiente de capilaridade, possivelmente devido ao facto de a terra caulínica apresentar uma velocidade inicial capilar baixa, com vazios de maiores

dimensões, mas possuir um efeito de expansividade da argila acelerado, preenchendo os vazios mais rapidamente e, assim, não absorvendo tanta quantidade de água. Já a terra bentonítica apresenta o comportamento inverso, sendo mais rápida a absorver a água inicial e possivelmente mais lenta a expandir a argila, Figura 8.14.

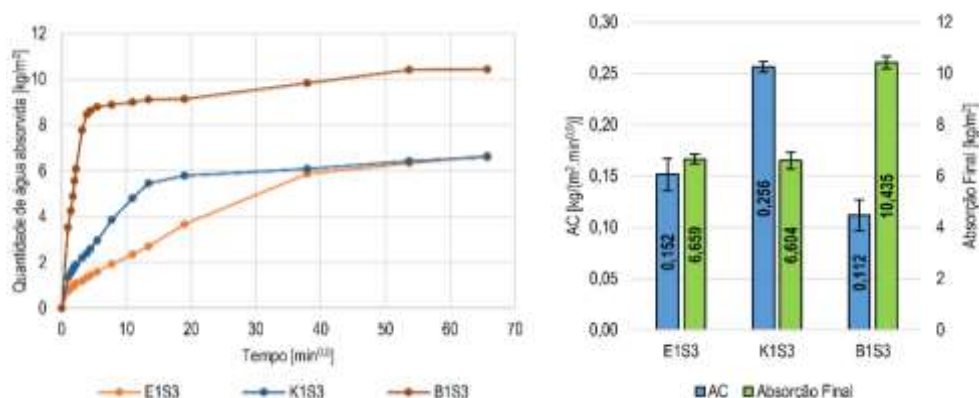


Figura 8.14 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 3: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

A tendência dos resultados apresentados permanece no efeito de evaporação de água no estado líquido, visível na taxa de secagem da 1ª fase. Isto é, a formulação B1S3, que absorve a maior quantidade de água, é a que registra o maior resultado da taxa de secagem 1, Figura 8.15. No entanto, apesar da elevada quantidade de água absorvida ao longo do ensaio de absorção por capilaridade, a formulação com terra bentonítica apresenta uma velocidade de evaporação elevada, dado que ao final dos 9 dias de ensaio de secagem apresentava praticamente a mesma quantidade de água que as remanescentes formulações registraram.

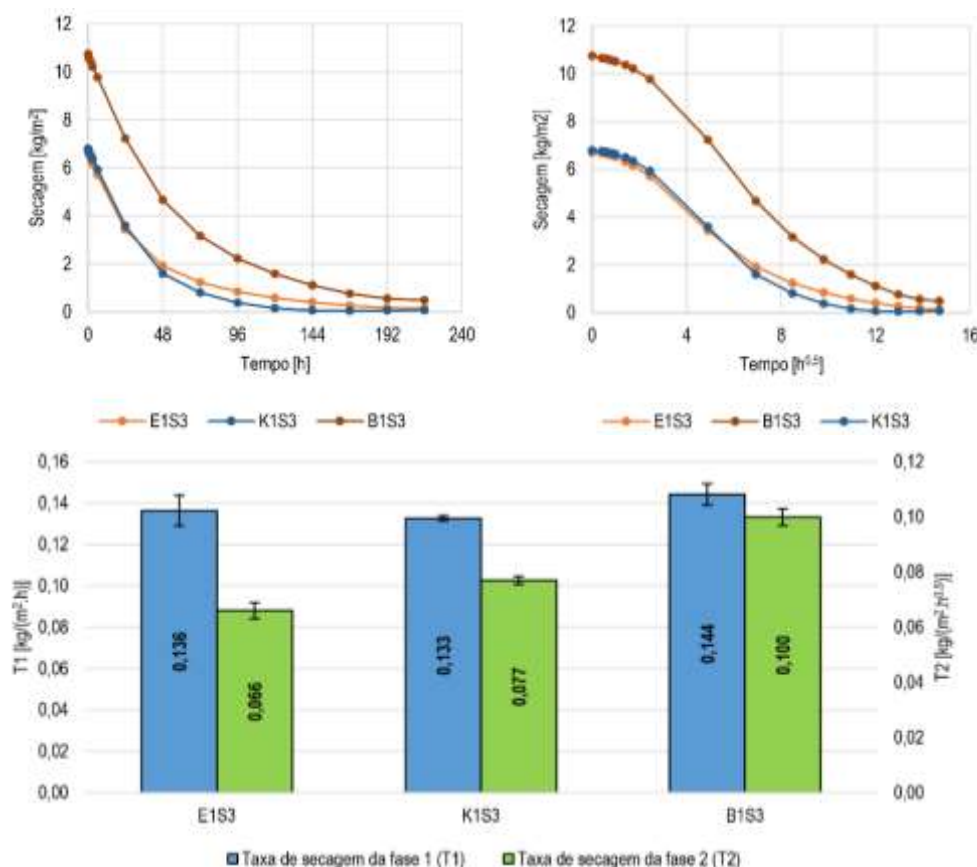


Figura 8.15 – Ensaio de Secagem – Grupo 3: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

Relativamente à velocidade de evaporação de vapor de água, durante a 2ª fase do ensaio de secagem, constata-se o comportamento descrito no ensaio de permeabilidade ao vapor de água, uma vez que a E1S3 é a que apresenta a maior velocidade de evaporação de vapor de água e é também a mais permeável. A terra íltica apresenta, assim, um equilíbrio entre as várias características analisadas, nomeadamente, entre a velocidade capilar inicial e a expansão da argila e a absorção de água quer por baixa pressão, quer por capilaridade, Figuras 8.13 e 8.14.

8.2.4. Grupo 4 – Formulações com 5% de adição de ligantes

O grupo 4 é composto pelas formulações que contêm 5% de ligantes, a E1S3_CL5 e a E1S3_G5, em comparação com a formulação de referência, E1S3. Verifica-se que existe uma relação entre os resultados obtidos em todos os ensaios e que a adição de ligantes aumenta a maioria dos parâmetros.

Desta forma, a formulação com cal aérea é a que exhibe o maior valor de permeabilidade ao vapor de água, Figura 8.16, todavia, com um resultado dentro da grandeza das outras formulações.

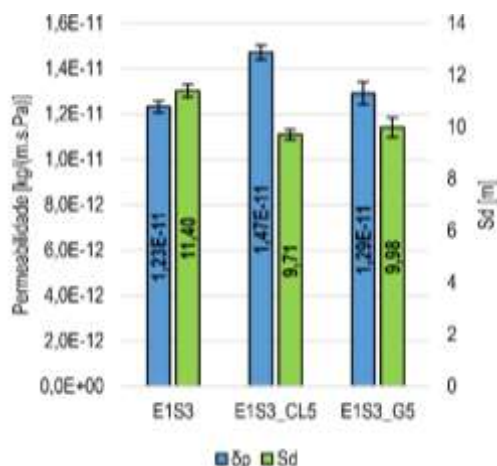


Figura 8.16 – Grupo 4 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

No que diz respeito ao ensaio de absorção de água por baixa pressão e à semelhança do ensaio de permeabilidade, o valor mais elevado da quantidade máxima de água absorvida por unidade de área foi obtido pela formulação E1S3_CL5, registando o triplo do valor obtido pela argamassa de referência, Figura 8.17. De notar ainda que a formulação com gesso também apresenta um resultado acima da E1S3.

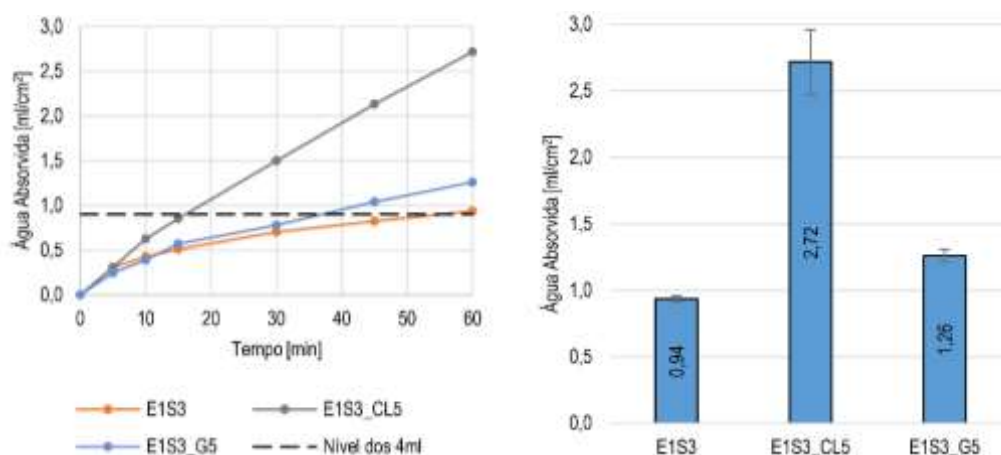


Figura 8.17 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 4: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

Relativamente ao ensaio de absorção de água por capilaridade, observa-se uma tendência idêntica ao ensaio de permeabilidade, com valores dentro das mesmas grandezas com ligeiras oscilações produzidas pelas reduzidas adições de ligantes e com o maior resultado de quantidade máxima absorvida ao longo do ensaio, registado pela E1S3_CL5 e o menor valor pela E1S3, Figura 8.18.

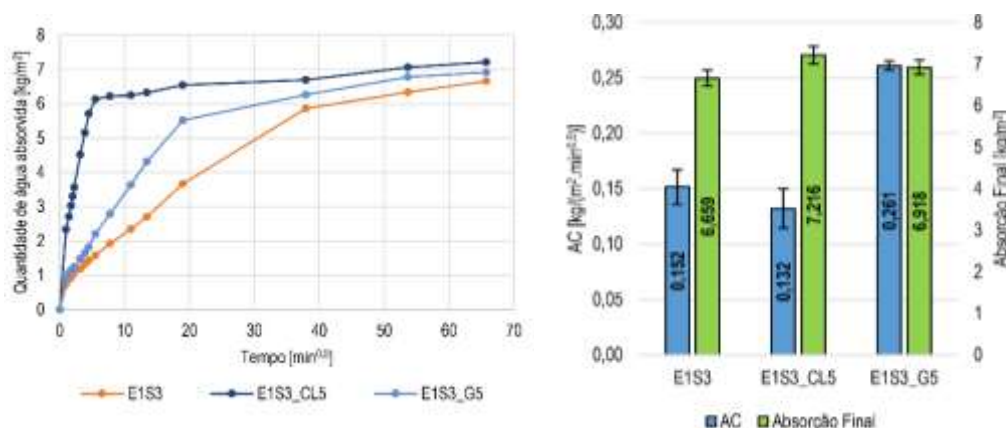


Figura 8.18 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 4: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

Apenas os resultados apurados para o coeficiente de capilaridade não seguem tendência indicada, com a formulação com gesso, E1S3_G5, a apresentar uma velocidade inicial de absorção de água bastante superior quer à formulação de referência, E1S3, quer à formulação com cal aérea, E1S3_CL5; coerente com o comportamento natural deste ligante, Figura 8.18.

O ensaio de secagem vai em linha com os resultados obtidos nos outros ensaios, Figura 8.19, com a formulação de referência a registar os menores valores de velocidade de secagem, quer na 1ª fase (evaporação de água no estado líquido), quer na 2ª fase (evaporação de vapor de água).

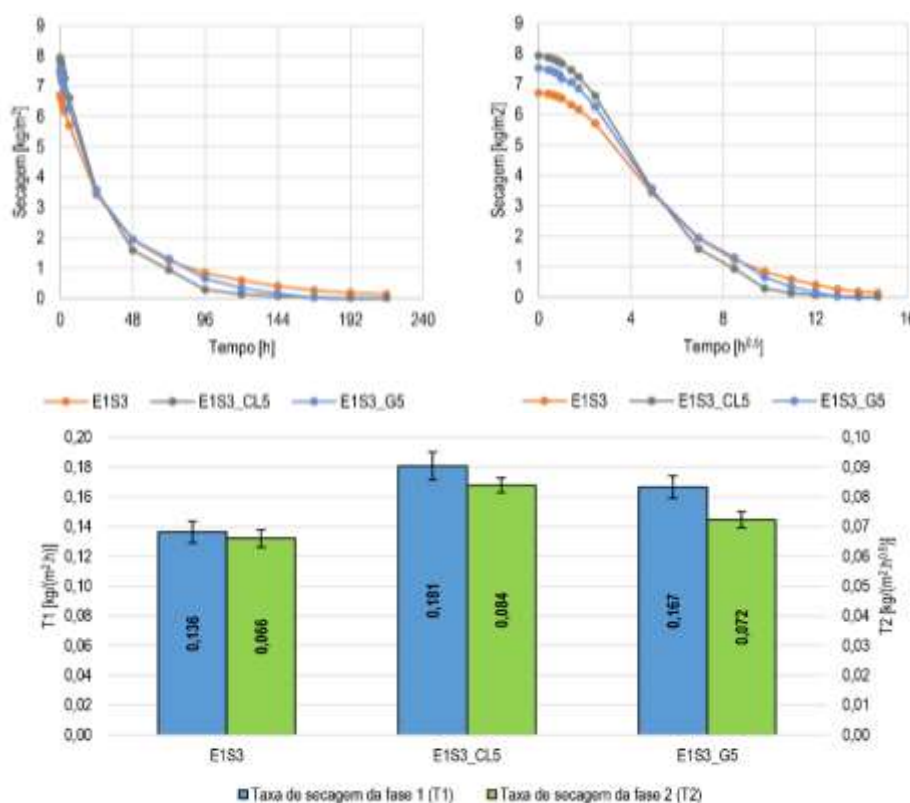


Figura 8.19 – Ensaio de Secagem – Grupo 4: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

8.2.5. Grupo 5 – Formulações com adição de fibras naturais

As formulações com fibras naturais foram agrupadas, no seu todo, no grupo 5, que compreende a formulação de referência E1S3, a formulação com adição de fibras de palha de trigo, E1S3_WF5, as formulações com adição de fibras de sementes de tabua, E1S3_TF5, E1S3_TF20, E1S3_TF40 e E1S3_TF80 e ainda as formulações com adição de fibras de palha aveia, E1S3_OF10 e E1S3_OF20. Nos resultados do ensaio de permeabilidade (Figura 8.20) pode observar-se que o incremento da adição de fibras naturais tende a aumentar a permeabilidade ao vapor das argamassas analisadas. No entanto salienta-se que a adição de reduzida quantidade de fibras naturais (E1S3_WF5 e E1S3_TF5) não interfere de forma significativa com esta propriedade.

Stazi et al. (2015) avaliou igualmente a adição que as fibras de trigo podem promover em argamassas de terra. Registou um valor de permeabilidade ao vapor de água de $2,34\text{E-}11 \text{ kg}/(\text{m.s.Pa})$ para uma argamassa de com a adição de 7% de fibras de trigo, em massa, ligeiramente inferior ao valor registado com da argamassa de referência, de $2,42 \text{ kg}/(\text{m.s.Pa})$. Verificou-se igualmente que, a adição de 5% de fibras de trigo diminuiu o valor da permeabilidade, passando de $1,22\text{E-}11 \text{ kg}/(\text{m.s.Pa})$ para $1,20\text{E-}11 \text{ kg}/(\text{m.s.Pa})$.

Todavia, os resultados obtidos neste estudo não confirmam esta tendência, uma vez que o incremento da adição de fibras demonstra o aumento do valor da permeabilidade da argamassa ao vapor de água.

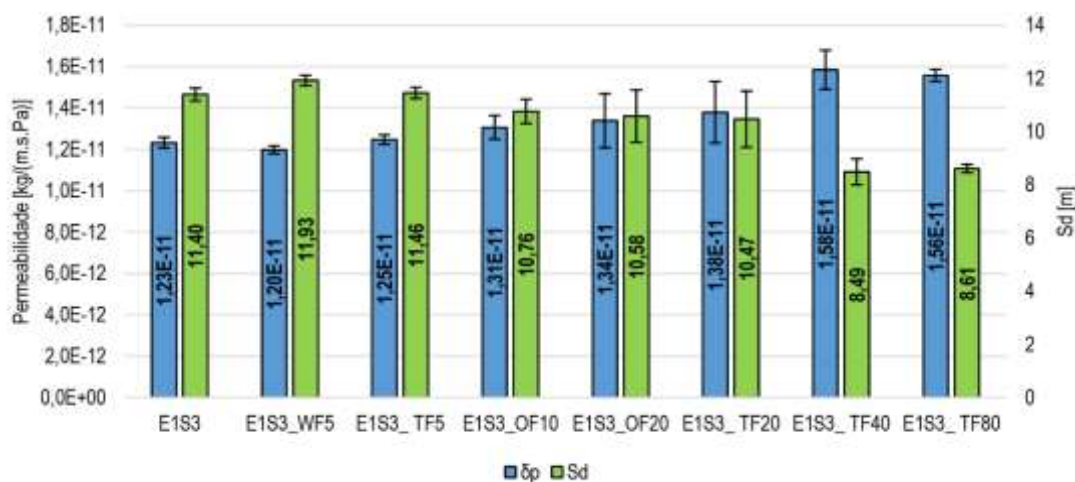


Figura 8.20 – Grupo 5 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

No que se refere aos ensaios de absorção de água, observa-se uma diminuição do valor da quantidade de água absorvida no ensaio de absorção por baixa pressão, com exceção da formulação E1S3_TF20, Figura 8.21.

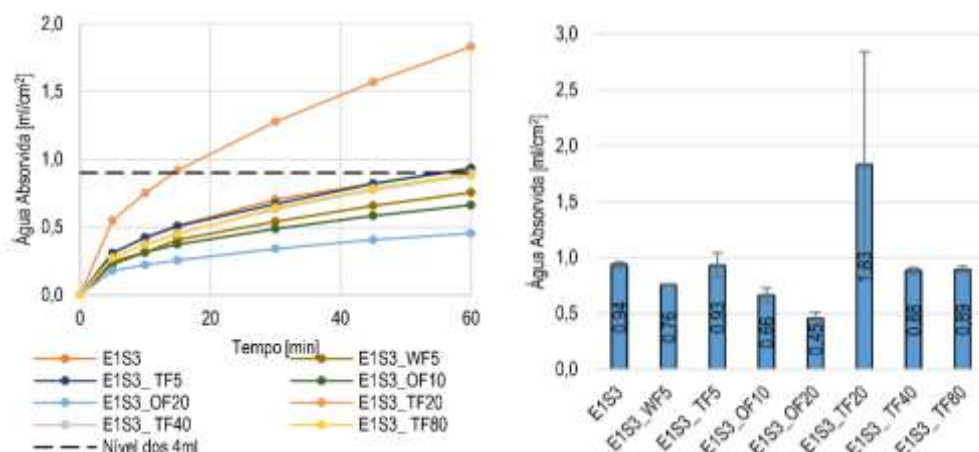


Figura 8.21 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 5: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

Já no ensaio de absorção por capilaridade observa-se a inversão desse mesmo comportamento, surgindo um aumento no seu coeficiente, sendo que a adição de 20% de fibras de tabúa é novamente a exceção, Figura 8.22. Tais resultados são coerentes pelo o facto de a introdução de fibras poder preencher vazios, reorganizando as ligações terra:areia:fibras e, assim, diminuir as dimensões dos vazios, aumentando as forças de sucção presentes no ensaio de absorção por capilaridade. Averigua-se conjuntamente que, relativamente aos parâmetros já analisados, a influência do tipo de fibra não é propriamente relevante, mas sim, a existência de fibras na formulação. Apenas o incremento da adição de fibras de aveia demonstra uma tendência mais expressiva, coerente com os valores obtidos nas campanhas anteriores, principalmente no que diz respeito às resistências mecânicas. Ainda no que diz respeito à análise do ensaio de absorção de água por capilaridade, observa-se que a adição de fibras naturais aumenta a quantidade máxima de água absorvida ao longo do ensaio, sendo esse aumento mais expressivo nas formulações com fibras de aveia e no aumento de percentagem de fibras de tabúa.

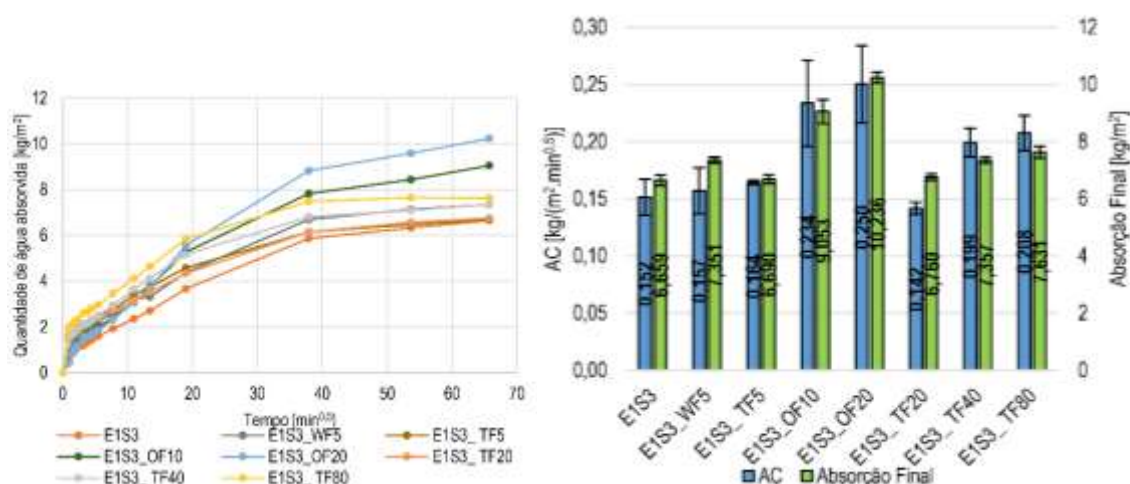


Figura 8.22 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 5: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

O ensaio de secagem conclui que a velocidade de evaporação de água no estado líquido é praticamente igual em todas as formulações, Figura 8.23, no entanto a evaporação de vapor de água é mais rápida nas formulações com fibras de aveia, coerente com o aumento da percentagem de fibras e com os resultados registados nos outros ensaios.

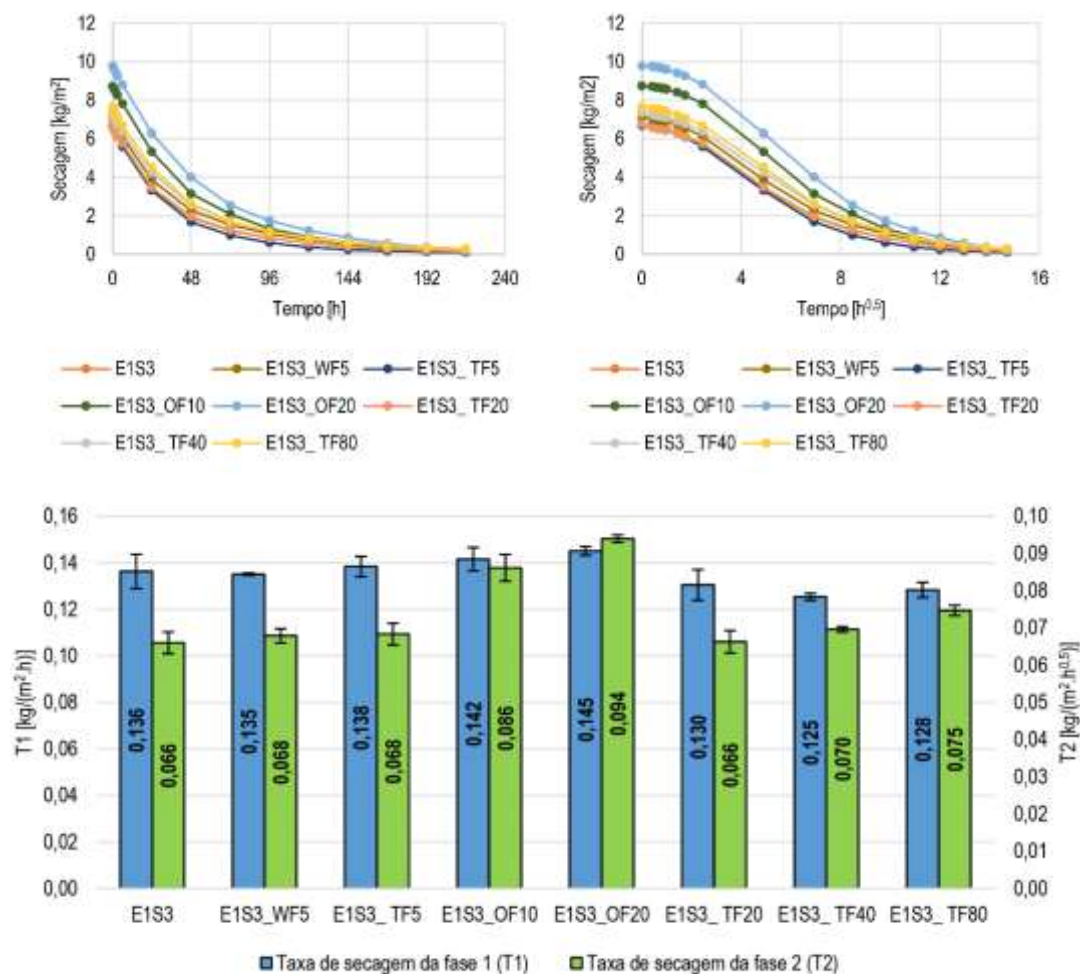


Figura 8.23 – Ensaio de Secagem – Grupo 5: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

8.2.6. Grupo 6 – Formulações com adição de gesso

O grupo 6 tem em consideração as formulações com diferentes percentagens de adição de gesso, a E1S3_G5, a E1S3_G10 e a E1S3_G20, bem como a correspondente formulação de referência, E1S3. Verifica-se que o parâmetro obtido no ensaio de permeabilidade não segue o incremento da percentagem de gesso, como indica a Figura 8.24, com a formulação E1S3_G20 a registar um valor atípico.

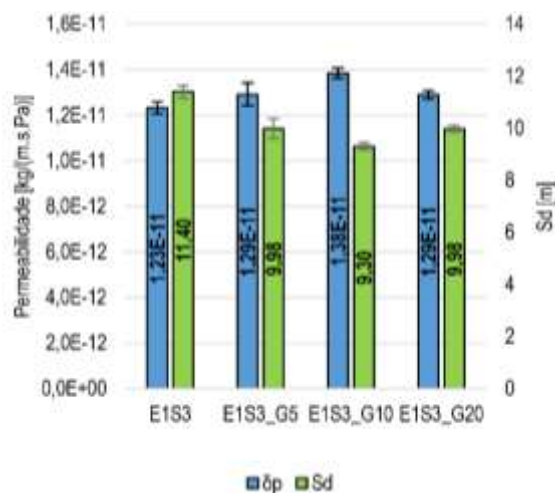


Figura 8.24 – Grupo 6 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

Contudo, o valor de permeabilidade ao vapor de água é um registro isolado uma vez que os valores registados no ensaio de absorção de água por baixa pressão, Figura 8.25, vão de acordo com os resultados obtidos nos restantes ensaios de caracterização à ação da água.

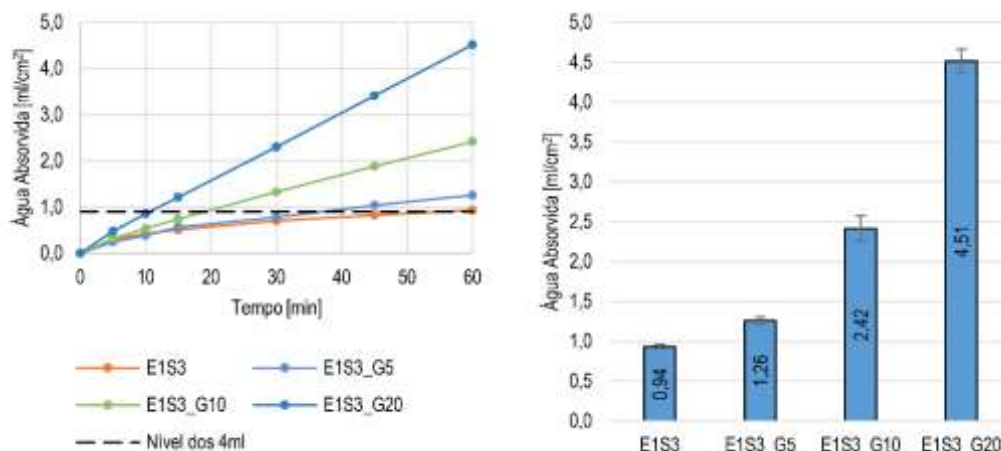


Figura 8.25 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 6: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

O ensaio de absorção de água por capilaridade, Figura 8.26, segue a tendência do incremento da percentagem de gesso como adição, aumentando o valor da quantidade de água absorvida por unidade de área, quer por baixa pressão, quer por capilaridade, bem como o coeficiente de capilaridade.

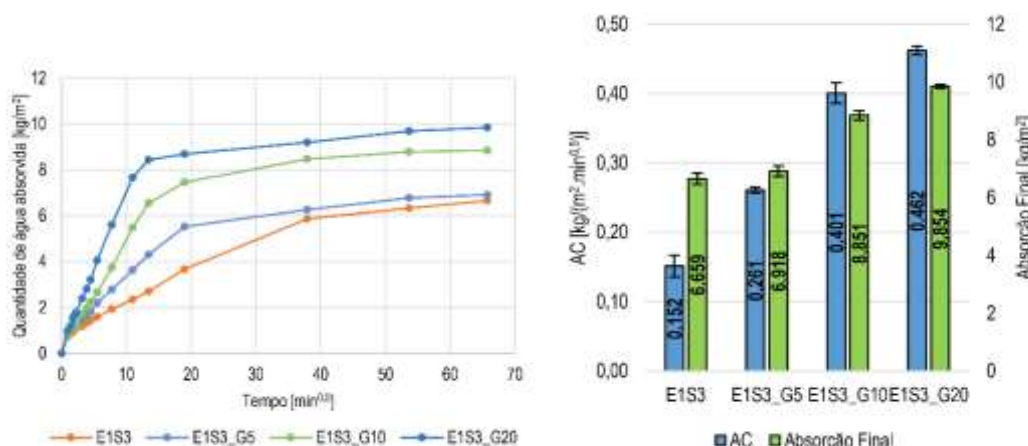


Figura 8.26 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 6: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

Relativamente ao ensaio de secagem, Figura 8.21, observa-se novamente uma relação direta entre o aumento da percentagem de gesso nas formulações e as curvas de secagem registadas, bem como a velocidade de evaporação de vapor de água, correspondendo à 2ª fase do ensaio. Porém, a velocidade de evaporação de água no estado líquido, taxa de secagem 1 (T1), apresenta uma tendência demonstrada no ensaio de permeabilidade com a formulação, E1S3_G20 a registar um valor muito baixo. Poder-se-á, então, deduzir que a adição de 20% de gesso é demasiado elevada e, assim, causar um desequilíbrio na argamassa de terra argilosa, sendo essa instabilidade visível nestes parâmetros.

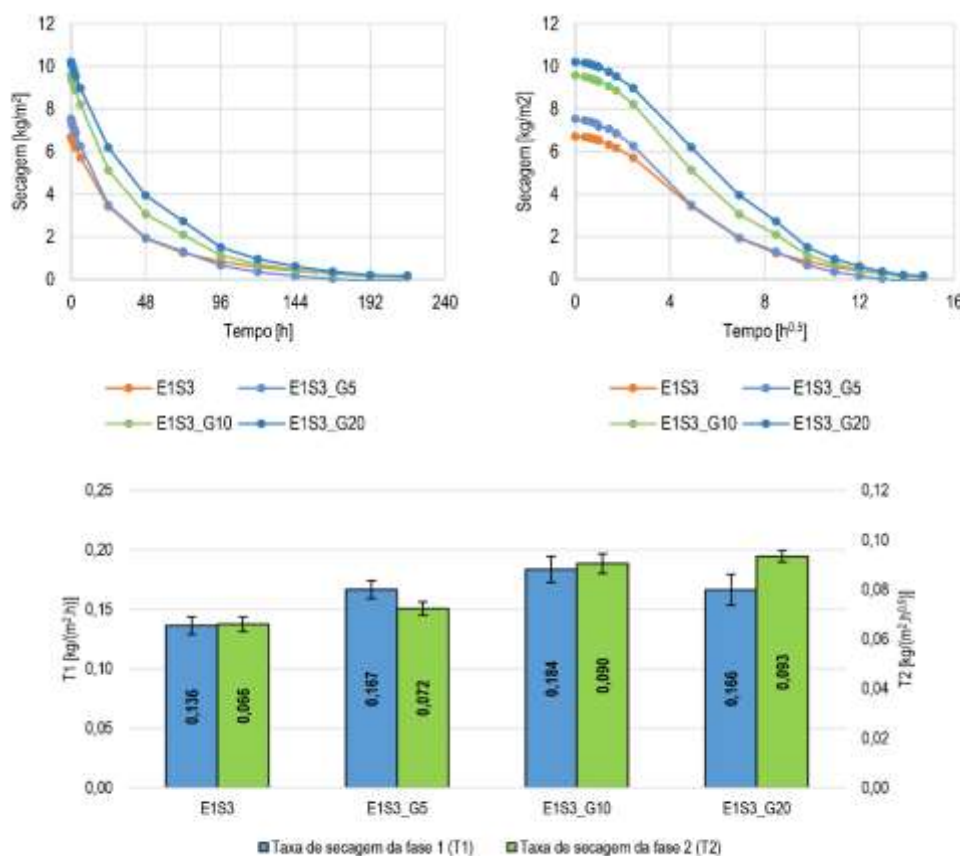


Figura 8.27 – Ensaio de Secagem – Grupo 6: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

8.2.7. Grupo 7 – Formulações com adição de óleo de linhaça

As formulações com adição de óleo de linhaça, foram organizadas no grupo 7 juntamente com a formulação de referência, sendo neste caso a E1SF3. Estas formulações apresentam um comportamento muito díspar dos grupos já analisados, principalmente no que diz respeito ao traçado das curvas provenientes dos vários ensaios. Assim sendo, o incremento da percentagem de óleo de linhaça diminui a permeabilidade ao vapor de água, Figura 8.28, devido à eventualidade de a viscosidade do óleo provocar impregnação dos vazios, sendo mais difícil a água passar livremente entre os poros.

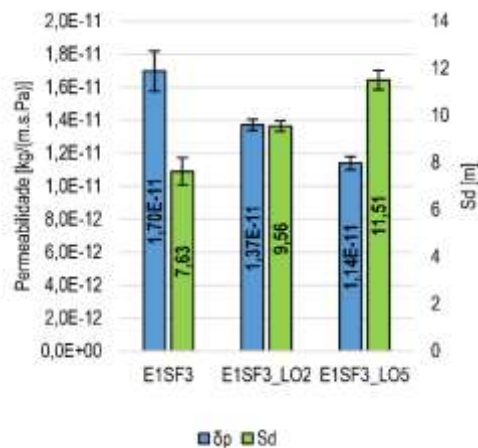


Figura 8.28 – Grupo 7 – Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

No que diz respeito aos valores obtidos no ensaio de absorção de água a baixa pressão, o ligeiro incremento da adição de óleo provoca um aumento exponencialmente desta absorção, Figura 8.29, com a adição de 5%, E1SF3_LO5, a registar um valor 20 vezes mais elevado do que o valor registado pela formulação de referência, E1SF3. Este comportamento é coerente com os resultados apresentados nas campanhas anteriores, com as formulações óleo de linhaça a obterem boas resistências mecânicas e assim, a resistirem igualmente à ação da água.

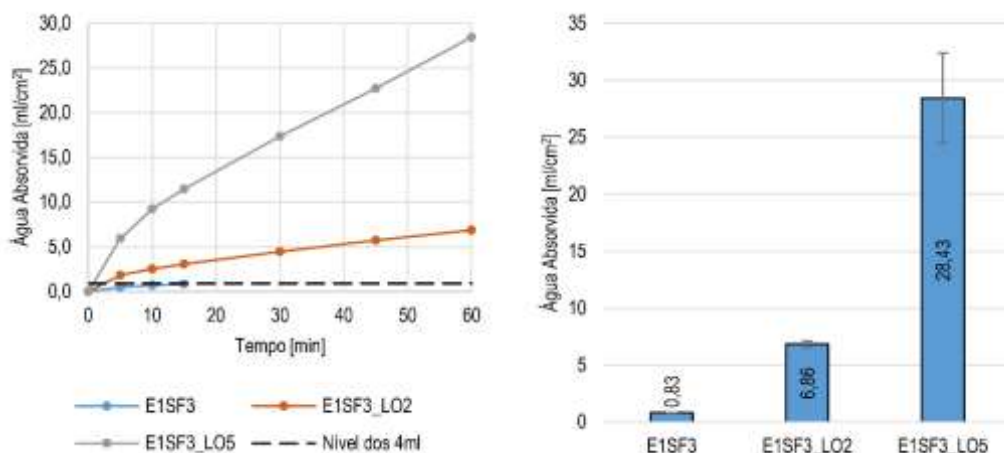


Figura 8.29 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 7: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

Já o ensaio de absorção de água por capilaridade apresenta resultados ambíguos, verificando-se um aumento elevado do coeficiente de capilaridade, nas formulações com óleo, mas não existindo uma relação direta entre o aumento da percentagem de óleo e o aumento do coeficiente, Figura 8.30. Verifica-se também que a quantidade máxima absorvida neste ensaio apresenta o comportamento inverso do coeficiente de capilaridade, admitindo-se que, quanto mais rápida é a absorção inicial, menos água entra no provete, fenómeno provocado pelo efeito “tampão”, produzido pela argila em contacto com água.

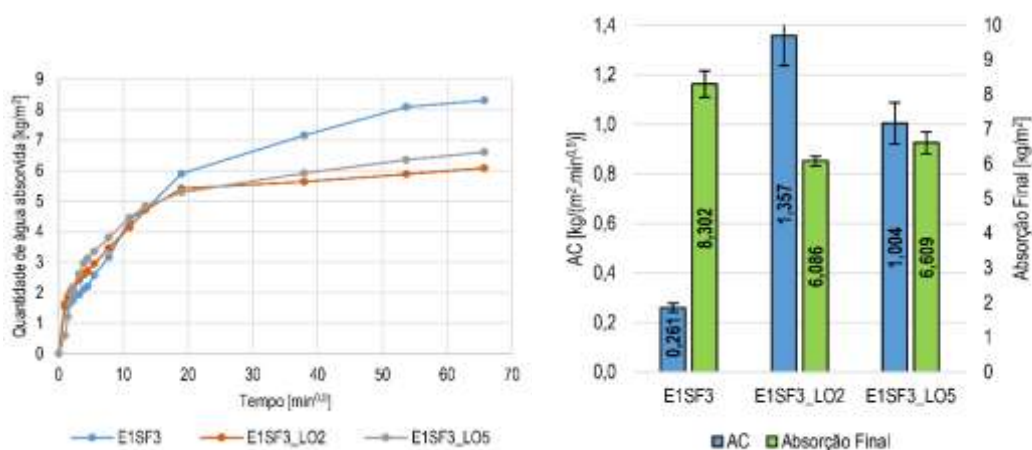


Figura 8.30 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 7: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

O ensaio de secagem regista uma velocidade de evaporação de água, 1ª fase, e de vapor de água, 2ª fase, muito reduzidas em relação à formulação de referência, curvas da Figura 8.31. Ainda assim, esse comportamento não é tão acentuado na taxa de secagem 1, como o é na taxa de secagem 2, com velocidades três vezes inferiores às apresentadas pela formulação E1S3, gráfico de barras da Figura 8.31.

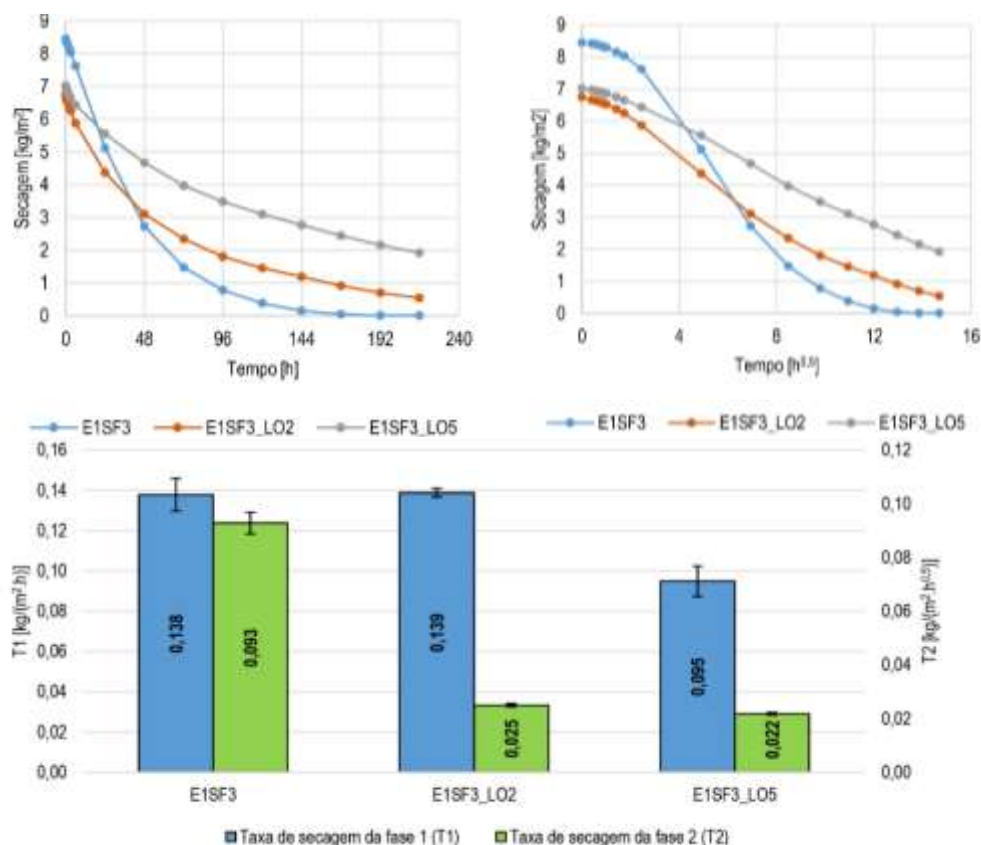


Figura 8.31 – Ensaio de Secagem – Grupo 7: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

8.2.8. Grupo 8 – Formulações com ligantes convencionais

No intuito de permitir a comparação dos resultados obtidos pelas argamassas de terra analisadas neste estudo com argamassas realizadas com recurso a ligantes convencionais formou-se o grupo 8, que compreende a argamassa E1SF3, formulada com terra ílítica, e as argamassas, G1SF3, CL1SF3 e NHL1SF3, respetivamente formuladas com recurso a gesso, a cal aérea e a cal hidráulica.

Nos resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água (Figura 8.32), pode observar-se que a argamassa realizada com terra, E1SF3, é a menos permeável. Das três argamassas realizadas com ligantes convencionais a argamassa realizada com gesso apresenta maior permeabilidade, a argamassas realizada com cal aérea apresenta permeabilidade intermédia e a argamassa com cal hidráulica permeabilidade inferior.

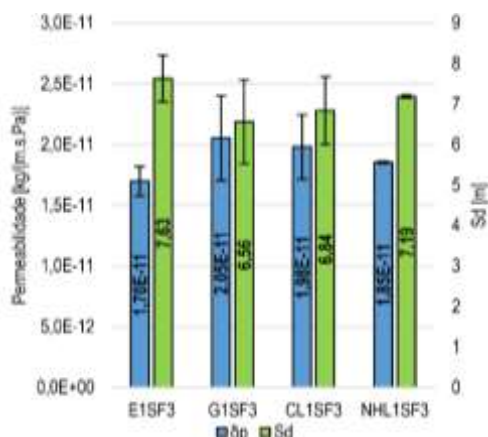


Figura 8.32 - Grupo 7 - Resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

Em comparação com Rato (2006) que obteve valores de permeabilidade ao vapor de água compreendidos entre $1,41\text{E-}11$ – $1,65\text{E-}11$ kg/(m.s.Pa), para argamassas de cal aérea com areia monogranular, e entre $1,44\text{E-}11$ – $1,76\text{E-}11$ kg/(m.s.Pa), para argamassas de cal aérea com areia de mistura, observa-se que os valores registados neste estudo são ligeiramente superiores, com a argamassa CL1SF3 a registar $1,98\text{E-}11$ kg/(m.s.Pa). Este fenómeno deve-se provavelmente à natureza do agregado, que neste caso, apresenta grãos com dimensões finas, aumentando a permeabilidade da argamassa relativamente a agregados com dimensões maiores, como constatado no grupo 1 (Figura 8.4).

O ensaio de absorção de água por baixa pressão exprime uma tendência aproximada à do ensaio de permeabilidade, porém os valores apresentam grandezas bastante distintas, com os valores das formulações com ligantes 4 vezes a 10 vezes superiores à E1SF3, havendo a inversão na ordem das formulações, a G1SF3 com a CL1SF3, com esta última a absorver a maior quantidade de água por unidade de área, 14 vezes superior à formulação de referência, Figura 8.33.

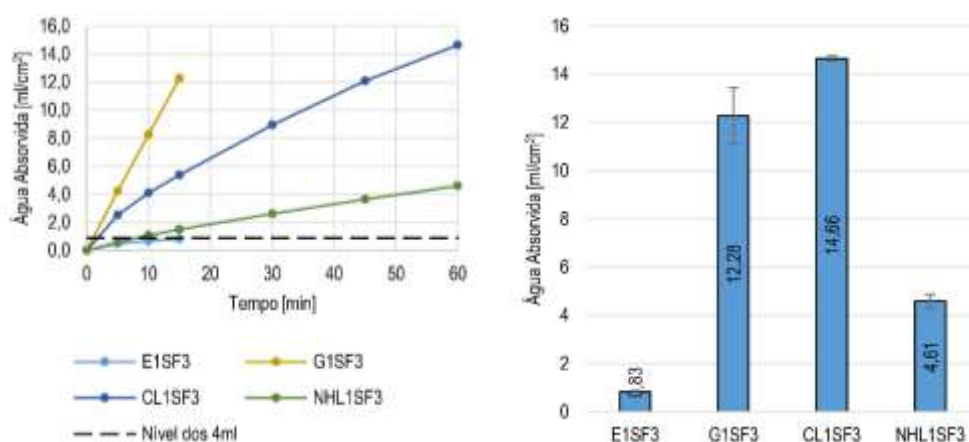


Figura 8.33 – Ensaio de Absorção de água a baixa pressão – Grupo 8: à esquerda curvas de absorção e à direita a quantidade máxima absorvida

Verificou-se no ensaio de capilaridade que as formulações com ligantes mostram um coeficiente de capilaridade muito elevado, quando comparado com a formulação com aglomerante (E1SF3), indicado na Figura 8.34, uma vez que a formulação com gesso regista um valor 26 vezes superior. Já no que diz respeito à quantidade de água absorvida ao longo do ensaio, apenas a formulação com gesso G1SF3 regista um valor muito díspar das outras formulações, absorvendo no final do ensaio uma quantidade de água superior.

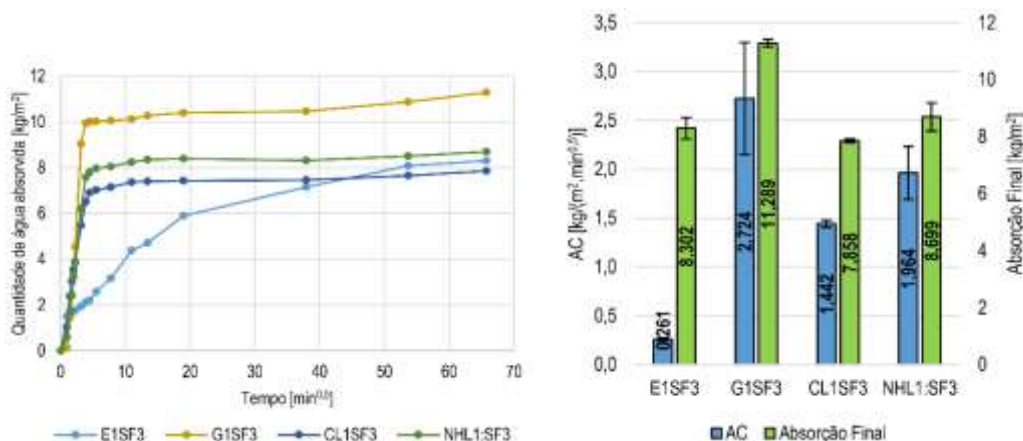


Figura 8.34 – Ensaio de Capilaridade – Grupo 8: à esquerda curvas de absorção e à direita coeficiente de capilaridade

As aferições feitas durante o ensaio de secagem indicam que todas as formulações apresentam comportamento idênticos, Figura 8.35. De assinalar o comportamento da formulação com gesso, que absorve a maior quantidade de água ao longo do ensaio de capilaridade. Todavia apresenta uma elevada velocidade de secagem, demorando as 216 horas, admitidas para a finalização do ensaio, a secar na totalidade. Verificam-se ainda comportamentos similares no que se refere à evaporação de água no estado líquido das formulações G1SF3 e CL1SF3, e em relação à evaporação de vapor de água das formulações com cal, CL1SF3 e NHL1SF3.

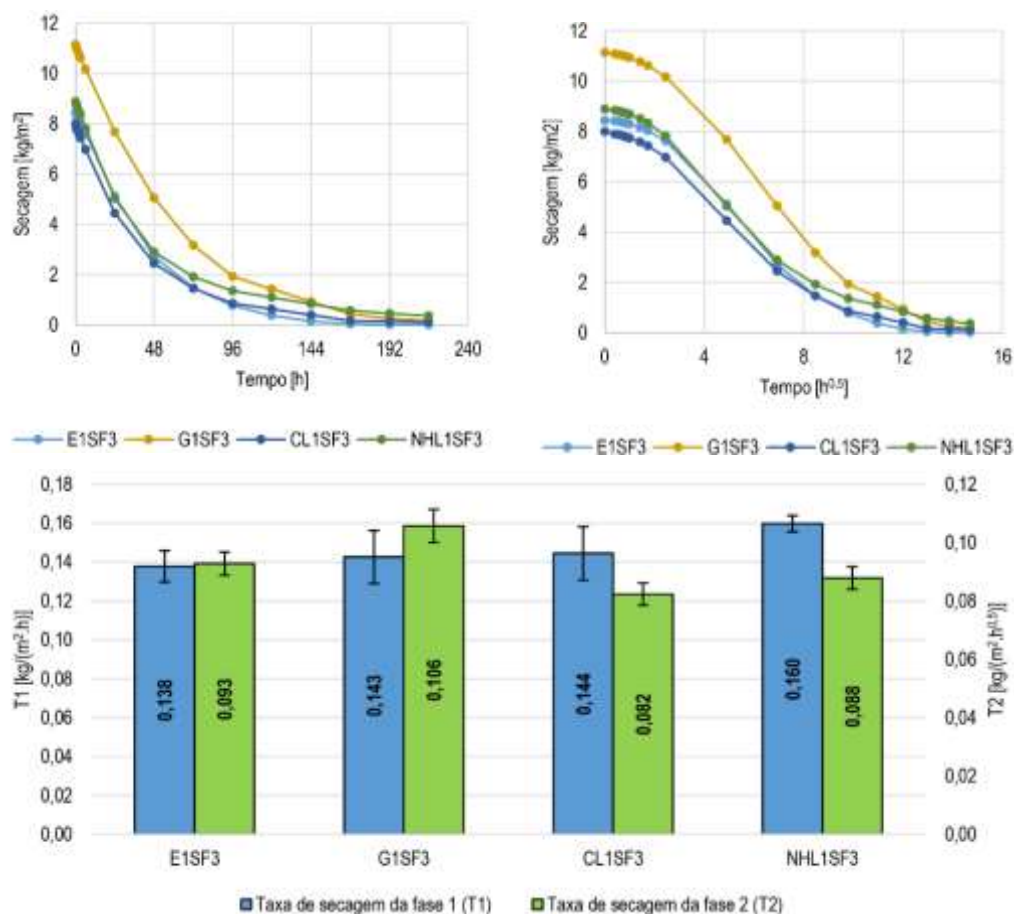


Figura 8.35 – Ensaio de Secagem – Grupo 8: à esquerda as curvas da taxa de secagem 1 (T1), à direita as curvas da taxa de secagem 2 (T2) e em baixo os valores da taxa de secagem 1 e 2

Os resultados registados neste grupo de argamassas vão sensivelmente em linha com os apresentados no grupo 4, que dizem respeito à adição de 5 % de ligantes (cal aérea e gesso), porém o comportamento do gesso não é tão expressivo na adição de uma pequena percentagem, à formulação de terra, como é a adição de cal aérea, que apresenta um comportamento bastante análogo nos dois grupos.

8.2.9. Síntese dos resultados obtidos para as argamassas sem acabamentos

Ensaio de permeabilidade ao vapor de água

No Quadro 8.2, estão apresentados os resultados obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água para a permeabilidade ao vapor de água, δ_p em kg/(m.s.Pa), e a respetiva espessura da camada equivalente, Sd em m, para as 24 argamassas sem acabamentos.

Quadro 8.2 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água para as argamassas sem acabamentos

Argamassa	T [°C]	HRe [%]	HRi [%]	δp		Sd	
				Média $\times 10^{-11}$ [kg/m.s.Pa]	D. P. $\times 10^{-13}$ [kg/m.s.Pa]	Média [m]	D. P. [m]
E1SF3	24,6	94,5	4,0	1,70	12,19	7,630	0,576
E1S3	23,1	93,1	4,0	1,23	2,57	11,398	0,238
E1SC3	24,3	93,2	4,0	1,59	7,22	8,244	0,371
E1S2	22,6	92,3	4,0	1,30	6,09	11,099	0,520
E1S2,5	22,6	92,3	4,0	1,33	9,62	10,934	0,756
E1S4	22,6	92,3	4,0	1,59	2,61E-12	9,333	1,444
K1S3	23,9	92,3	4,0	1,48	3,41	9,083	0,207
B1S3	23,9	92,3	4,0	2,47	1,82E-12	5,448	0,416
E1S3_CL5	22,8	94,9	4,0	1,47	3,10	9,708	0,202
E1S3_WF5	22,8	94,9	4,0	1,20	1,89	11,926	0,190
E1S3_TF5	22,8	94,9	4,0	1,25	2,31	11,456	0,210
E1S3_OF10	23,1	93,1	4,0	1,31	5,74	10,764	0,459
E1S3_OF20	23,1	93,1	4,0	1,34	13,10	10,583	0,982
E1S3_TF20	22,8	94,9	4,0	1,38	14,92	10,470	1,057
E1S3_TF40	23,9	92,3	4,0	1,58	9,42	8,489	0,492
E1S3_TF80	23,9	92,3	4,0	1,56	2,83	8,612	0,157
E1S3_G5	24,6	94,5	4,0	1,29	5,03	9,985	0,379
E1S3_G10	24,6	94,5	4,0	1,38	2,24	9,304	0,152
E1S3_G20	24,6	94,5	4,0	1,29	1,82	9,983	0,141
E1SF3_LO2	24,3	93,2	4,0	1,37	3,29	9,557	0,226
E1SF3_LO5	24,3	93,2	4,0	1,14	4,02	11,509	0,416
G1SF3	24,3	93,2	4,0	2,05	34,87	6,560	1,031
CL1SF3	24	91,2	4,0	1,98	26,47	6,842	0,836
NHL1SF3	24	91,2	4,0	1,85	0,84	7,187	0,033

Ensaio de absorção de água a baixa pressão

Apresenta-se no Quadro 8.3, os resultados obtidos no ensaio de absorção de água a baixa pressão, realizado com o recurso a tubos de Karsten. São apresentados os resultados obtidos ao final de 15 minutos, que foi o tempo em que as argamassas, E1SF3, E1SC3, K1S3 e G1SF3, chegaram à rotura e também os resultados ao final de 60 minutos, que foi o tempo definido para a realização do ensaio.

Quadro 8.3 – Síntese dos resultados do ensaio de absorção de água por baixa pressão para as argamassas sem acabamentos

Argamassa	15 min.		60 min.		Wf	
	Média [ml/cm ²]	D.P. [ml/cm ²]	Média [ml/cm ²]	D.P. [ml/cm ²]	Média [ml/cm ²]	D.P. [ml/cm ²]
E1SF3	0,83	0,02	-	-	0,83	0,02
E1S3	0,51	0,02	0,94	0,02	0,94	0,02
E1SC3	1,52	0,32	-	-	1,52	0,32
E1S2	0,38	0,08	0,86	0,08	0,86	0,08
E1S2,5	0,15	0,03	0,60	0,10	0,60	0,10
E1S4	0,65	0,02	1,28	0,08	1,28	0,08
K1S3	1,41	0,22	-	-	1,63	0,10
B1S3	0,29	0,03	0,41	0,03	0,41	0,03
E1S3_CL5	0,85	0,08	2,72	0,24	2,72	0,24
E1S3_WF5	0,41	0,02	0,76	0,01	0,76	0,01
E1S3_TF5	0,51	0,05	0,93	0,11	0,93	0,11
E1S3_OF10	0,37	0,05	0,66	0,07	0,66	0,07
E1S3_OF20	0,26	0,04	0,45	0,06	0,45	0,06
E1S3_TF20	0,92	0,50	1,83	1,01	1,83	1,01
E1S3_TF40	0,45	0,01	0,88	0,03	0,88	0,03
E1S3_TF80	0,45	0,04	0,89	0,03	0,89	0,03
E1S3_G5	0,57	0,11	1,26	0,05	1,26	0,05
E1S3_G10	0,74	0,07	2,42	0,16	2,42	0,16
E1S3_G20	1,21	0,04	4,51	0,15	4,51	0,15
E1SF3_LO2	3,06	0,13	6,86	0,30	6,86	0,30
E1SF3_LO5	11,45	1,72	28,43	3,96	28,43	3,96
G1SF3	12,28	1,16	-	-	12,28	1,16
CL1SF3	5,39	0,12	14,66	0,11	14,66	0,11
NHL1SF3	1,51	0,06	4,61	0,28	4,61	0,28

Ensaio de absorção de água por capilaridade

No Quadro 8.4, são apresentados os resultados obtidos para o ensaio de absorção de água por capilaridade, expondo os resultados do coeficiente de capilaridade, AC em kg/(m².min.^{0,5}), e a absorção máxima de água absorvida para cada argamassa, em kg/m².

Quadro 8.4 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de absorção de água por capilaridade para as argamassas sem acabamentos

Argamassa	AC		Absorção Final	
	Média [kg/(m ² .min ^{0,5})]	D. P. [kg/(m ² .min ^{0,5})]	Média [kg/m ²]	D. P. [kg/m ²]
E1SF3	0,261	0,018	8,302	0,380
E1S3	0,152	0,016	6,659	0,188
E1SC3	0,197	0,012	6,035	0,149
E1S2	0,175	0,002	7,371	0,252
E1S2,5	0,155	0,010	6,861	0,106
E1S4	0,199	0,016	6,467	0,177
K1S3	0,256	0,005	6,604	0,327
B1S3	0,112	0,015	10,435	0,237
E1S3_WF5	0,157	0,020	7,351	0,107
E1S3_TF5	0,164	0,002	6,690	0,162
E1S3_CL5	0,132	0,018	7,216	0,211
E1S3_OF10	0,234	0,038	9,053	0,419
E1S3_OF20	0,250	0,034	10,236	0,187
E1S3_TF20	0,142	0,005	6,760	0,116
E1S3_TF40	0,199	0,012	7,357	0,125
E1S3_TF80	0,208	0,015	7,631	0,208
E1S3_G5	0,261	0,004	6,918	0,173
E1S3_G10	0,401	0,015	8,851	0,162
E1S3_G20	0,462	0,006	9,854	0,070
E1SF3_LO2	1,357	0,120	6,086	0,141
E1SF3_LO5	1,004	0,084	6,609	0,312
G1SF3	2,724	0,576	11,289	0,131
CL1SF3	1,442	0,038	7,858	0,070
NHL1SF3	1,964	0,271	8,699	0,495

Ensaio de secagem

São apresentados no Quadro 8.5, os valores médios obtidos no ensaio de secagem pelas argamassas sem acabamentos, com valores correspondentes para as taxas de secagem 1, T1 em kg/m², e de secagem 2, T2 em kg/m².

Quadro 8.5 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de secagem para as argamassas sem acabamentos

Argamassa	Taxa de Secagem da fase 1 (T1)		Taxa de Secagem da fase 2 (T2)	
	Média [kg/m ²]	D. P. [kg/m ²]	Média [kg/m ²]	D. P. [kg/m ²]
E1SF3	0,138	0,008	0,093	0,004
E1S3	0,136	0,007	0,066	0,003
E1SC3	0,125	0,003	0,069	0,002
E1S2	0,154	0,005	0,077	0,002
E1S2,5	0,151	0,005	0,068	0,003
E1S4	0,143	0,003	0,064	0,002
K1S3	0,133	0,001	0,077	0,001
B1S3	0,144	0,005	0,100	0,003
E1S3_CL5	0,181	0,009	0,084	0,002
E1S3_WF5	0,135	0,000	0,068	0,002
E1S3_TF5	0,138	0,004	0,068	0,003
E1S3_OF10	0,142	0,005	0,086	0,004
E1S3_OF20	0,145	0,002	0,094	0,001
E1S3_TF20	0,130	0,007	0,066	0,003
E1S3_TF40	0,125	0,001	0,070	0,001
E1S3_TF80	0,128	0,003	0,075	0,001
E1S3_G5	0,167	0,008	0,072	0,003
E1S3_G10	0,184	0,011	0,090	0,004
E1S3_G20	0,166	0,013	0,093	0,002
E1SF3_LO2	0,139	0,002	0,025	0,001
E1SF3_LO5	0,095	0,008	0,022	0,000
G1SF3	0,143	0,014	0,106	0,006
CL1SF3	0,144	0,014	0,082	0,004
NHL1SF3	0,160	0,004	0,088	0,004

No Quadro 8.6 é feita a avaliação qualitativa dos resultados das argamassas sem acabamentos. Observa-se que as argamassas sem adições, apresentam bons resultados no que se refere à avaliação da resistência à água, apenas a E1SF3 a apresentar um pior resultado na quantidade máxima de água absorvida no ensaio de absorção de água por capilaridade. A mesma tendência se verifica na argamassa com as terras a caulínica e bentonítica, a apresentarem igualmente bons resultados na maioria dos ensaios realizados. Todavia a argamassa B1S3 registou um valor muito elevado da quantidade de água absorvida no ensaio de capilaridade.

Relativamente às argamassas com adições, observa-se que a adição de aveia prejudica o parâmetro relativo à absorção máxima de água no ensaio de capilaridade. O mesmo se observa na adição de gesso, sendo que o incremento deste material tende a prejudicar os parâmetros dos ensaios. Devido às propriedades do óleo de linhaça, esta adição registou elevados valores das quantidades de água máximas

absorvidas, quer a baixa pressão, quer por capilaridade, prejudicando os parâmetros obtidos no ensaio de secagem.

No que concerne aos resultados obtidos pelas argamassas com ligantes comuns para a realização de rebocos interiores, verifica-se que a permeabilidade das argamassas aumenta, sendo assim benéfico a aplicação deste tipo de tecnologia, no entanto, estas argamassas tende a absorver muita água, como verificado nos parâmetros obtidos nos ensaios de absorção de água a baixa pressão e por capilaridade.

Quadro 8.6 – Avaliação qualitativa das argamassas sem acabamentos

Argamassa	Permeabilidade	Ab. Baixa Pressão	Ab. Capilaridade		Secagem	
	δp kg/(m.s.Pa)	Abs Final ml/cm ²	AC kg/(m ² .min ^{0,5})	Abs Final kg/m ²	T1 kg/(m ² .h)	T2 kg/(m ² .h)
E1SF3	↗	→	↗	↗	→	↗
E1S3	→	→	→	→	→	→
E1SC3	↗	→	↗	↘	↘	→
E1S2	→	→	→	↗	↗	↗
E1S2,5	→	↘	→	→	↗	→
E1S4	↗	↗	→	↘	↗	→
K1S3	↗	↗	↗	→	→	↗
B1S3	↗	↘	↘	↗	↗	↗
E1S3_CL5	↗	↗	↘	↗	↗	↗
E1S3_WF5	↘	→	→	↗	→	→
E1S3_TF5	↘	→	→	→	→	→
E1S3_OF10	→	↘	↗	↗	↗	↗
E1S3_OF20	→	↘	↗	↗	→	↗
E1S3_TF20	↗	↗	→	→	↘	→
E1S3_TF40	↗	→	↗	↗	↘	→
E1S3_TF80	↗	→	↗	↗	↘	↗
E1S3_G5	→	↗	↗	→	↗	↗
E1S3_G10	↗	↗	↗	↗	↗	↗
E1S3_G20	→	↗	↗	↗	↗	↗
E1SF3_LO2	↗	↗	↗	↘	→	↘
E1SF3_LO5	↘	↗	↗	↘	↘	↘
G1SF3	↗	↗	↗	↗	↗	↗
CL1SF3	↗	↗	↗	↗	↗	↗
NHL1SF3	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	Bom		↗	O valor subiu		
	Médio		→	O valor manteve-se		
	Mau		↘	O valor desceu		

8.3. Influência da aplicação de revestimentos

No que diz respeito à análise dos efeitos da aplicação dos acabamentos teve-se em consideração todas as formulações onde foram aplicados acabamentos (as velaturas, as pinturas e os barramentos) e as respectivas formulações iniciais, sintetizado no Quadro 4.1. A análise das formulações com acabamentos teve por base os ensaios de permeabilidade ao vapor de água, absorção de água por baixa pressão e o ensaio de erosão por gotejamento.

8.3.1. Ensaio de permeabilidade ao vapor de água

Quanto ao ensaio de permeabilidade observa-se, na Figura 8.36, que as argamassas de terra revestidas com as velaturas: de óleo de linhaça, E1S3_OF10_CFLO, de primário de caseína, E1S3_WF5_CFCW, e de primário de silicatos, E1S3_TF5_CFSW, apresentam valores superiores de permeabilidade ao vapor de água comparativamente à mesma argamassa não revestida, sendo esse aumento mais significativo na E1S3_WF5_CFCW. Este resultado é de certa forma inesperado, todavia verifica-se que alguns materiais com elevadas permeabilidades aplicados como revestimentos podem aumentar a permeabilidade de todo um sistema (argamassa com acabamento). Esta tendência foi igualmente visível nos resultados obtidos por Remédios et al. (2016), que analisou a influência de acabamentos à base de cal aérea sobre ladrilhos, e que verificou que todos os sistemas estudados (argamassas, estuque e barramento) aumentaram os valores de permeabilidade ao vapor de água do sistema, com um valor inicial de $1,83\text{E-}12 \text{ kg}/(\text{m.s.Pa})$, do ladrilho simples, e final a variar entre os valores $2,55\text{E-}12$ – $4,15\text{E-}12 \text{ kg}/(\text{m.s.Pa})$.

Já as formulações com sistemas de pinturas aplicados demonstram uma tendência inversa, com valores de permeabilidade das formulações com acabamentos aplicados inferiores aos valores sem acabamentos. A formulação que apresenta a maior diferença entre os valores de permeabilidade ao vapor de água entre as formulações com e sem acabamentos é a E1S3_TF20, onde foi aplicado uma pintura com tinta acrílica (E1S3_TF20_CFAP), Figura 8.36.

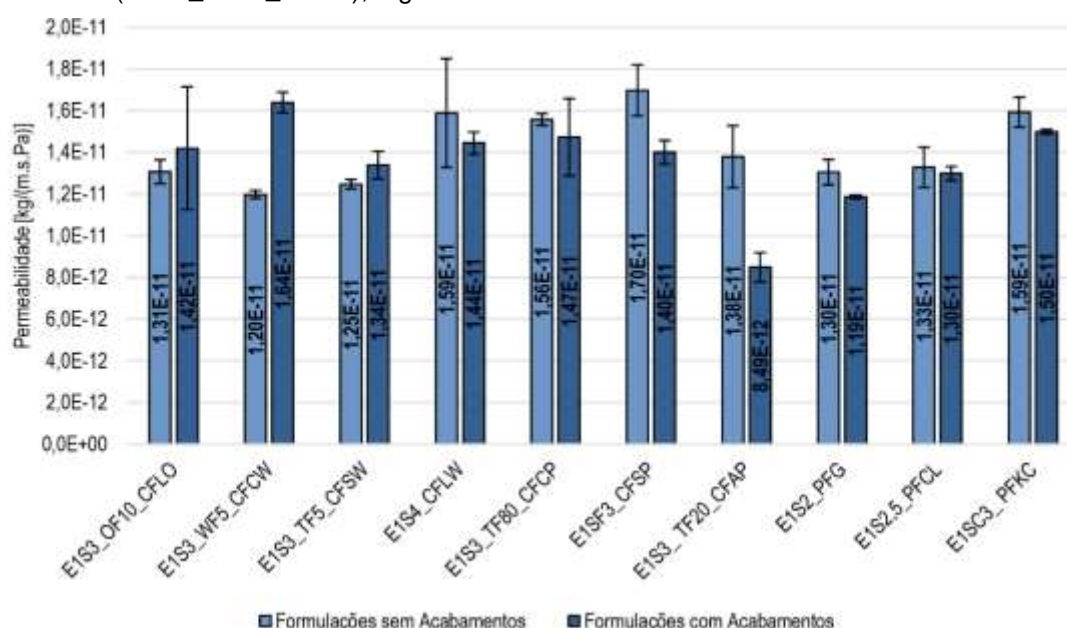


Figura 8.36 – Permeabilidade ao vapor de água das formulações sem e com acabamentos

No que concerne à aplicação de barramentos, sobre as argamassas, verificou-se que todos os sistemas aplicados diminuíram o valor de permeabilidade ao vapor de água, no entanto essa diminuição pode-se considerar insignificante, dando a diferença dos valores das argamassas com e sem acabamentos, ser tão baixa.

Este comportamento é visível também nas formulações com barramentos, surgindo a diminuição dos valores da permeabilidade ao vapor de água, comparativamente às formulações sem acabamentos. Verificou-se ainda que os valores da espessura da camada equivalente aumentam sensivelmente nas formulações com acabamentos, Figura 8.37, resultando do abaixamento da permeabilidade, nas formulações com pinturas e barramentos aplicados.

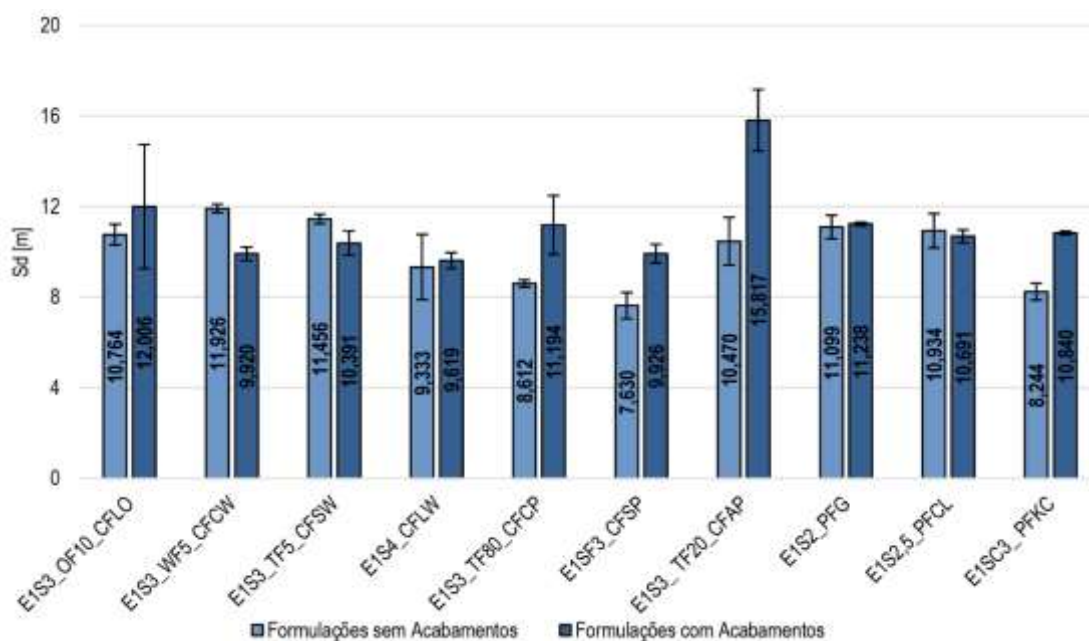


Figura 8.37 – Espessura da camada de ar equivalente das formulações sem e com acabamentos

8.3.2. Ensaio de absorção de água a baixa pressão

Os resultados obtidos no ensaio de absorção de água por baixa pressão, Figura 8.38, indicam que as argamassas revestidas com velaturas diminuem a quantidade máxima de água absorvida ao longo do ensaio, algo que não se verifica na formulação revestida pela velatura com óleo de linhaça, E1S3_OF10_CFLO, o que é coerente com os resultados obtidos com as formulações com a adição de óleo de linhaça. O mesmo se constata nas formulações com pinturas aplicadas: o valor máximo da quantidade de água absorvida diminui bastante em relação às formulações sem acabamento, novamente com exceção da formulação com a caiação, E1S4_CFLW, que tende a demonstrar o comportamento contrário aos outros sistemas de pintura. Já as argamassas com barramentos aplicados apresentam valores superiores neste ensaio, com maior relevância na formulação revestida com um barramento de cal aérea, E1S2,5_PFCL, de acordo com o comportamento dos rebocos com cal aérea, E1S3_CL5 e CL1SF3. No entanto a formulação com o acabamento com barramento de argila caulinítica, E1SC3_PFKC, diminui significativamente o valor apresentado pela argamassa com o agregado mais grosseiro, E1SC3.

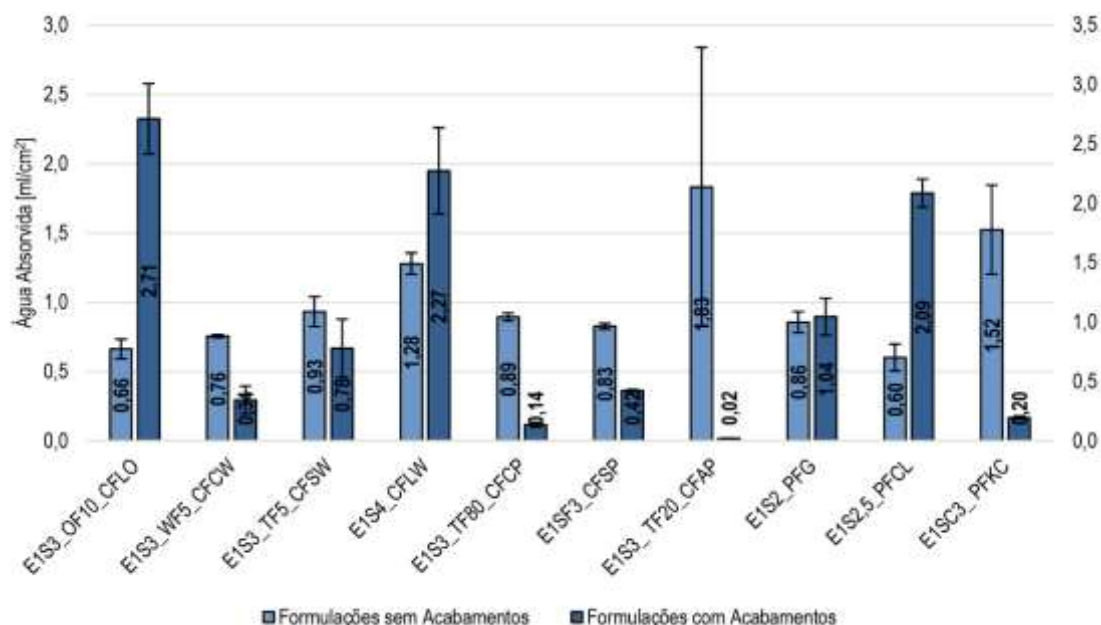


Figura 8.38 – Ensaio de absorção de água a baixa pressão das formulações sem e com acabamentos

8.3.3. Ensaio de erosão por gotejamento

O ensaio de erosão por gotejamento foi avaliado em quatro parâmetros, sendo eles: a quantidade de água absorvida ao longo do ensaio, a perda de massa registada com a erosão da superfície, a área produzida pela erosão e a profundidade do furo gerado pela água. No que se refere à quantidade de água absorvida, o desempenho das formulações revestidas com velaturas está de acordo com o apresentado no ensaio de absorção de água por baixa pressão, Figura 8.39.

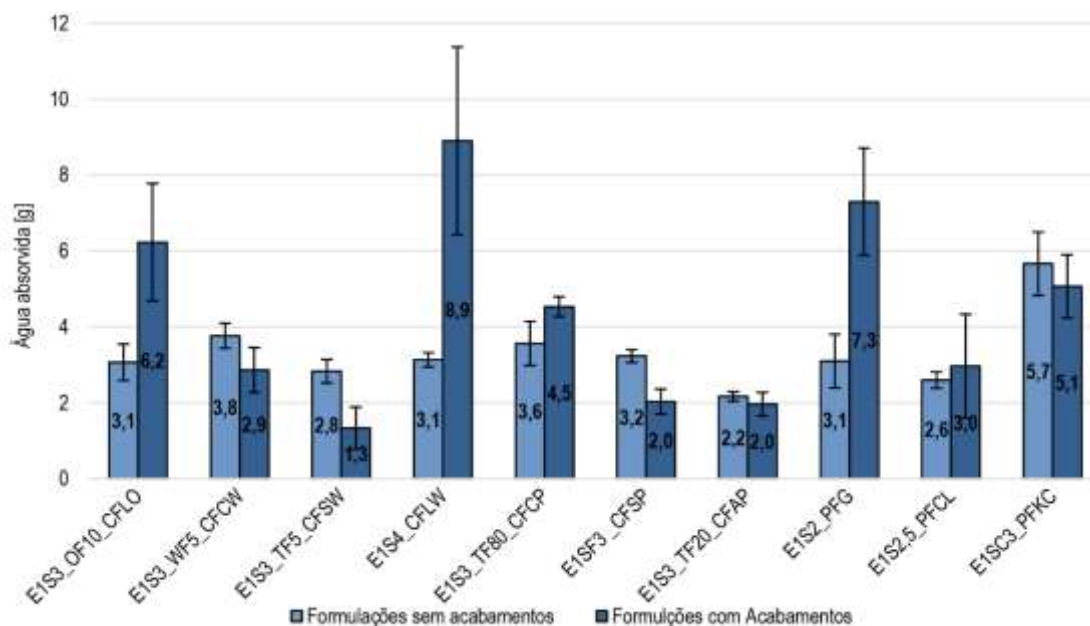


Figura 8.39 – Ensaio de erosão por gotejamento: quantidade de água absorvida das formulações sem e com acabamentos

As argamassas revestidas com pinturas indicam alguma inconsistência nos resultados, uma vez que as argamassas revestidas com caiação, E1S4_CFLW, e com tinta de caseína, E1S3_TF80_CFCP, registam quantidade de água absorvida superiores às formulações sem acabamentos; porém as formulações com acabamentos de pinturas com tinta de silicatos, E1SF3_CFSP, e com tinta acrílica, E1S3_TF20_CFAP, registam valores inferiores às formulações sem acabamentos. À semelhança dos revestimentos à base de velaturas, as formulações com barramentos demonstram a mesma tendência apresentada no ensaio de absorção de água por baixa pressão, com a ressalva de que no ensaio de erosão o barramento de gesso absorve uma quantidade superior ao barramento de cal aérea.

Quanto aos parâmetros que descrevem a erosão dos provetes, sendo estes: a perda de massa após o ensaio (Figura 8.40), a área erodida (Figura 8.41) e a profundidade provocada pelo gotejamento (Figura 8.42), nota-se que a aplicação de acabamentos mitiga e até anula a erosão de água por gotejamento, não se verificando elevadas perdas de massa, nem as áreas degradadas e/ou profundidades são produzidas.

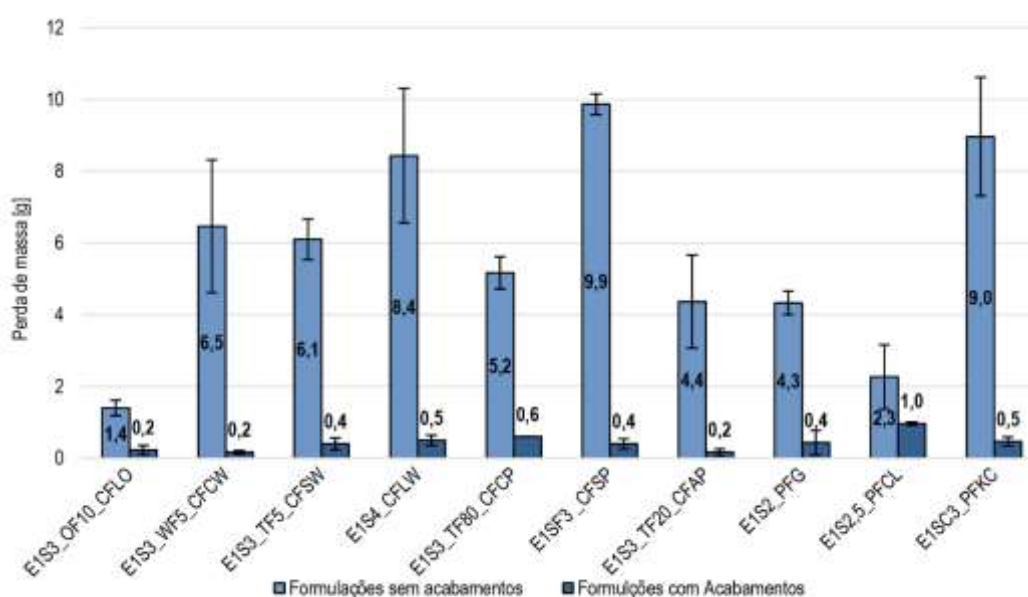


Figura 8.40 – Ensaio de erosão por gotejamento: perda de massa das formulações sem e com acabamentos

A única exceção é o acabamento de velatura com primário de caseína, E1S3_WF5_CFCW, onde a água produz um efeito de diluição do revestimento, expondo a argamassa mais rapidamente, em comparação com os outros acabamentos. Nesta argamassa registaram-se valores de perdas de massa, após o ensaio, relativamente baixos, devido ao facto de a caseína utilizada na velatura não ter escorrido pelo provete, apesar de se ter diluído. No entanto, as formulações que foram revestidas por barramentos, de gesso (E1S2_PFG), de cal aérea (E1S2,5_PFCL) e de argila caulinítica (E1SC3_PFKC), registaram valores superiores de perda de massa ao longo do ensaio, Figura 8.40. Contudo, essa perda de massa deu-se à superfície, na zona do acabamento, não afetando a argamassa; ou seja, após a secagem do provete não foi observada nenhuma zona de erosão, não se admitindo valores para a área erodida nem para a profundidade, gerada pelo gotejamento.

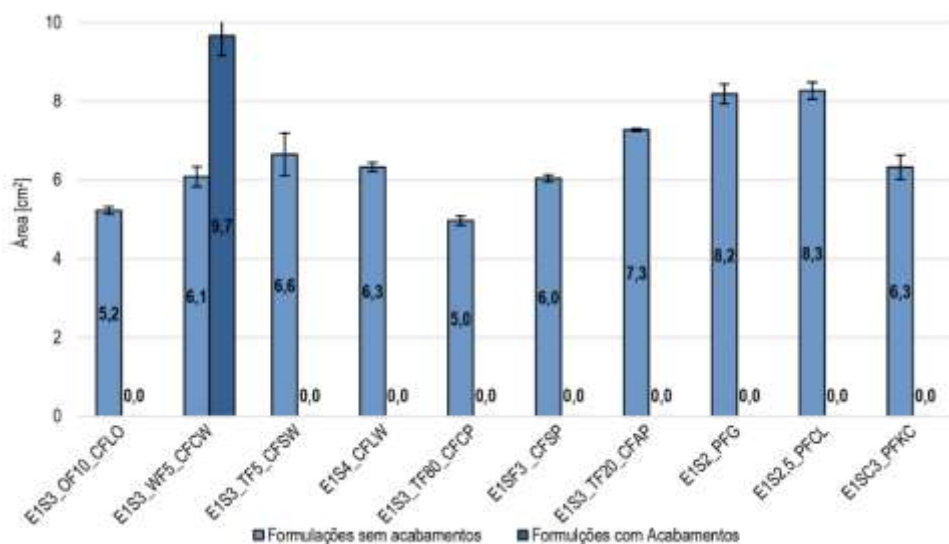


Figura 8.41 – Ensaio de erosão por gotejamento: área erodida das formulações sem e com acabamentos

No que respeita às formulações sem acabamento, observa-se um comportamento inverso, relacionando a área erodida e a profundidade provocada pelo gotejamento (Figuras 8.41 e 8.42), ou seja, quando maior a profundidade criada pelo gotejamento, menores as áreas de erosão registadas, devido ao facto de a água ser encaminhada para a depressão, não aumentando assim a zona de impacto. Verifica-se ainda que as formulações com diferentes agregados (E1SF3 e E1SC3) são as formulações que apresentaram a maior profundidade da depressão do gotejamento, e ainda que o aumento de terra argilosa nas formulações diminui esta mesma depressão, com um valor reduzido para a área erodida e para a profundidade da erosão do gotejamento, na formulação E1S2.

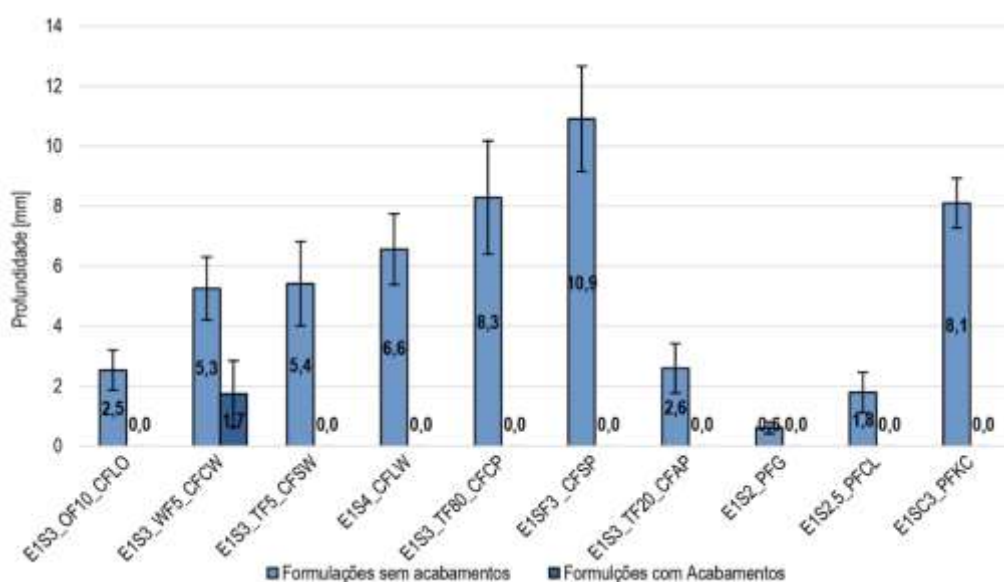


Figura 8.42 – Ensaio de erosão por gotejamento: profundidade da erosão das formulações sem e com acabamentos

8.3.4. Síntese dos resultados obtidos pelas argamassas com acabamentos

É apresentado no Quadro 8.7 os resultados obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água, δ_p em kg/(m.s.Pa), e ainda a respetiva espessura da camada equivalente, Sd em m, para as argamassas com aplicação de acabamentos e as respetivas argamassas iniciais.

É adicionalmente indicado as condições do ambiente em que foi realizado o ensaio, com a temperatura, T em °C, e a humidade relativa da sala, HRe em %, e ainda a humidade relativa registada no interior do recipiente, HRi em %.

Quadro 8.7 – Síntese dos resultados obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água para as argamassas sem/com acabamentos

Argamassa	T [°C]	HRe [%]	HRi [%]	δ_p		Sd	
				Média x10 ⁻¹¹ [kg/m.s.Pa]	D. P. X10 ⁻¹³ [kg/m.s.Pa]	Média [m]	D. P. [m]
E1S3_OF10	23,1	93,1	4,0	1,31	5,74	10,764	0,459
E1S3_OF10_CFLO	20,6	92,1	4,0	1,42	29,52	12,006	2,738
E1S3_WF5	22,8	94,9	4,0	1,20	1,89	11,926	0,190
E1S3_WF5_CFCW	20,6	92,1	4,0	1,64	4,97	9,920	0,300
E1S3_TF5	22,8	94,9	4,0	1,25	2,31	11,456	0,210
E1S3_TF5_CFSW	23,3	92,8	4,0	1,34	6,59	10,391	0,529
E1S4	22,6	92,3	4,0	1,59	26,10	9,333	1,444
E1S4_CFLW	23,3	92,8	4,0	1,44	5,29	9,619	0,349
E1S3_TF80	23,9	92,3	4,0	1,56	2,83	8,612	0,157
E1S3_TF80_CFCP	20,6	92,1	4,0	1,47	18,61	11,194	1,296
E1SF3	24,6	94,5	4,0	1,70	12,18	7,630	0,576
E1SF3_CFSP	23,3	92,8	4,0	1,40	5,70	9,926	0,416
E1S3_TF20	22,8	94,9	4,0	1,38	14,89	10,470	1,057
E1S3_TF20_CFAP	24,0	91,2	4,0	8,49	7,03	15,817	1,359
E1S2	22,6	92,3	4,0	1,30	6,09	11,099	0,520
E1S2_PFG	24	91,2	4,0	1,19	0,82	11,238	0,078
E1S2,5	22,6	92,3	4,0	1,33	9,62	10,934	0,756
E1S2,5_PFCL	23,3	92,8	4,0	1,30	3,36	10,691	0,281
E1SC3	24,3	93,2	4,0	1,59	7,22	8,244	0,371
E1SC3_PFKC	20,6	92,1	4,0	1,50	1,10	10,840	0,079

No Quadro 8.8, estão compreendidos os resultados obtidos no ensaio de absorção de água a baixa pressão, com valores do ensaio ao final de 15 minutos, que foi o tempo em que as argamassas E1SF3 e E1SC3 atingiram a rotura do sistema, e também os resultados obtidos ao final de 60 minutos, que foi o tempo definido para a realização do ensaio. Na última coluna, Wf em ml/ cm², é apresentado o valor máximo de água absorvida no final do ensaio, por cada argamassa, correspondendo ao respetivo tempo em que se atingiu a rotura.

Quadro 8.8 – Síntese dos resultados do ensaio de absorção de água por baixa pressão para as argamassas sem/com acabamentos

Argamassa	15 min.		60 min.		Wf	
	Média [ml/cm ²]	D.P. [ml/cm ²]	Média [ml/cm ²]	D.P. [ml/cm ²]	Média [ml/cm ²]	D.P. [ml/cm ²]
E1S3_OF10	0,37	0,05	0,66	0,07	0,66	0,07
E1S3_OF10_CFLO	1,20	0,24	2,71	0,30	2,71	0,30
E1S3_WF5	0,41	0,02	0,76	0,01	0,76	0,01
E1S3_WF5_CFCW	0,14	0,03	0,34	0,12	0,34	0,12
E1S3_TF5	0,51	0,05	0,93	0,11	0,93	0,11
E1S3_TF5_CFSW	0,41	0,12	0,78	0,24	0,78	0,24
E1S4	0,65	0,02	1,28	0,08	1,28	0,08
E1S4_CFLW	0,92	0,06	2,27	0,36	2,27	0,36
E1S3_TF80	0,45	0,04	0,89	0,03	0,89	0,03
E1S3_TF80_CFCP	0,05	0,01	0,14	0,02	0,14	0,02
E1SF3	0,83	0,02	-	-	0,83	0,02
E1SF3_CFSP	0,15	0,01	0,42	0,01	0,42	0,01
E1S3_TF20	0,92	0,50	1,83	1,01	1,83	1,01
E1S3_TF20_CFAP	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00
E1S2	0,38	0,08	0,86	0,08	0,86	0,08
E1S2_PFG	0,36	0,06	1,04	0,15	1,04	0,15
E1S2,5	0,15	0,03	0,60	0,10	0,60	0,10
E1S2,5_PFCL	0,80	0,04	2,09	0,12	2,09	0,12
E1SC3	1,52	0,32	-	-	1,52	0,32
E1SC3_PFKC	0,07	0,01	0,20	0,01	0,20	0,01

No Quadro 8.9, são apresentados os resultados obtidos no ensaio de erosão por gotejamento das argamassas com acabamento e as respectivas argamassas iniciais. Para este ensaio foram analisados os resultados obtidos da perda de massa da argamassa erodida, em g, a água absorvida pelo provete ao longo do ensaio, em g, a área erodida pelo gotejamento de água, em cm², e a profundidade provocada por essa mesma ação, em mm.

Quadro 8.9 – Síntese dos resultados do ensaio de erosão por gotejamento para as argamassas sem/com acabamentos

Argamassas	Perda de massa		Água absorvida		Área erodida		Profundidade	
	média [g]	d.p. [g]	média [g]	d.p. [g]	média [cm ²]	d.p. [cm ²]	média [mm]	d.p. [mm]
E1S3_OF10	1,40	0,22	3,07	0,48	5,23	0,09	2,53	0,67
E1S3_OF10_CFLO	0,23	0,12	6,23	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00
E1S3_WF5	6,47	1,85	3,77	0,33	6,08	0,25	5,26	1,05
E1S3_WF5_CFCW	0,17	0,05	2,87	0,59	9,66	0,50	1,74	1,11
E1S3_TF5	6,10	0,57	2,83	0,31	6,65	0,54	5,41	1,40
E1S3_TF5_CFSW	0,40	0,16	1,33	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
E1S4	8,43	1,87	3,13	0,19	6,33	0,11	6,56	1,18
E1S4_CFLW	0,50	0,14	8,90	2,48	0,00	0,00	0,00	0,00
E1S3_TF80	5,17	0,45	3,57	0,58	4,97	0,12	8,29	1,89
E1S3_TF80_CFCP	0,60	0,00	4,53	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
E1SF3	9,87	0,29	3,23	0,17	6,04	0,09	10,91	1,76
E1SF3_CFSP	0,40	0,14	2,03	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
E1S3_TF20	4,37	1,30	2,17	0,12	7,27	0,04	2,59	0,82
E1S3_TF20_CFAP	0,17	0,09	1,97	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
E1S2	4,33	0,33	3,10	0,71	8,18	0,25	0,61	0,19
E1S2_PFG	0,43	0,34	7,30	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00
E1S2,5	2,27	0,90	2,60	0,22	8,27	0,22	1,79	0,67
E1S2,5_PFCL	0,97	0,05	2,97	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00
E1SC3	8,97	1,65	5,67	0,83	6,32	0,31	8,10	0,83
E1SC3_PFKC	0,47	0,12	5,07	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00

No Quadro 8.10, é feita uma análise qualitativa dos resultados obtidos nos ensaios realizados para avaliar a influência da aplicação de acabamentos sobre rebocos de terra, sendo eles o ensaio de permeabilidade, o ensaio de absorção de água a baixa pressão e ainda o ensaio de erosão por gotejamento.

Relativamente ao valor da permeabilidade ao vapor de água obtidos pelas argamassas revestidas com acabamentos, verifica-se que o valor tende a descer, com a exceção da aplicação das velaturas, no entanto essa descida não se verificou ser acentuada, não sendo tão prejudicial como se esperava. Todavia, as argamassas com a aplicação da pintura com tinta acrílica, E1S3_TF20_CFAP, e o barramento de gesso, E1S2_PFG, são as que apresentam piores valores.

No âmbito do ensaio de absorção de água a baixa pressão, verificou-se que a aplicação de acabamentos tende a beneficiar os valores obtidos pelas argamassas sem acabamentos, com exceção da velatura com óleo de linhaça, E1S3_OF10_CFLO, da caiação, E1S4_CFLW, e do barramento de cal aérea, E1S2,5_PFCL, devido à natureza das matérias-primas utilizadas na execução e aplicação destes acabamentos.

No que concerne ao ensaio de erosão por gotejamento, verificou-se que a aplicação dos acabamentos beneficia a resposta das argamassas a esta ação, dado que evita o desgaste da superfície, com perdas de

massa pelos provetes praticamente desprezáveis e baixas absorções de água, durante o decorrer da ação do gotejamento. No entanto quanto a este último parâmetro, verificou-se que a natureza dos materiais dos acabamentos influencia os resultados, dado que as argamassas com aplicação da velatura de óleo de linhaça, E1S3_OF10_CFLO, da caiação, E1S4_CFLW, do barramento de gesso, E1S2_PFG, e ainda do barramento de argila caulínica, E1SC3_PFKC, apresentam valor superiores relativamente às argamassas sem acabamentos.

Quadro 8.10 – Avaliação qualitativa das argamassas com acabamentos

Argamassa	Permeabilidade	Ab. Baixa Pressão		Erosão	
	δp kg/(m.s.Pa)	Abs Final ml/cm ²	Perda Massa g	Abs Final g	
E1S3_OF10	→	↘	→	↘	
E1S3_OF10_CFLO	↗	↗	↘	↗	
E1S3_WF5	↘	→	↗	→	
E1S3_WF5_CFCW	↗	↘	↘	↘	
E1S3_TF5	↘	→	↗	↘	
E1S3_TF5_CFSW	↗	↘	↘	↘	
E1S4	↗	↗	↗	↘	
E1S4_CFLW	↘	↗	↘	↗	
E1S3_TF80	↗	→	↗	→	
E1S3_TF80_CFCP	↘	↘	↘	↗	
E1SF3	↗	→	↗	↘	
E1SF3_CFSP	↘	↘	↘	↘	
E1S3_TF20	↗	↗	→	↘	
E1S3_TF20_CFAP	↘	↘	↘	↘	
E1S2	→	→	→	↘	
E1S2_PFG	↘	→	↘	↗	
E1S2,5	→	↘	→	↘	
E1S2,5_PFLCL	→	↗	↘	↘	
E1SC3	↗	→	↗	↗	
E1SC3_PFKC	↘	↘	↘	↗	
	Bom		↗	O valor subiu	
	Médio		→	O valor manteve-se	
	Mau		↘	O valor desceu	

9. CONCLUSÕES

9.1. Conclusões finais

Na presente dissertação elaborou-se a caracterização quanto à resistência da ação da água, no estado líquido e em vapor, de argamassas de terra para a execução de rebocos interiores. Os ensaios realizados para avaliar estas propriedades das argamassas permitiram analisar as diversas formulações segmentadas por grupos, segundo a norma alemã DIN 18947 (DIN,2013), que diz respeito a rebocos de terra. Foram ainda utilizadas outras normas europeias e internacionais relativas a procedimentos de ensaio e ainda procedimentos de ensaio definidos por outros autores, para além dos ajustes adotados devido à natureza das argamassas ensaiadas.

Foram analisadas 24 formulações de argamassas agrupadas segundo as características a estudar: areias com diferentes granulometrias (areia fina, média e grossa); diferentes proporções terra argilosa:areia de referência (1:2; 1:2,5; 1:3; 1:4), diferentes terras argilosas (terra ilítica, terra caulínica e terra bentonítica), adição de 5% de diferentes ligantes à formulação de referência (cal aérea e gesso), adição de diferentes fibras naturais (trigo, tabúia e aveia), adição de diferentes percentagens de gesso (5%, 10% e 20%); adição de diferentes percentagens de óleo de linhaça (2% e 5%) e ainda a comparação com argamassas de reboco com ligantes correntes para a aplicação de rebocos interiores (cal aérea, gesso e cal hidráulica natural). Para além da avaliação das diferentes formulações das argamassas de reboco, analisaram-se também os efeitos que diversos acabamentos aplicados sobre as argamassas podem causar e/ou inibir nos rebocos com terra argilosa. As argamassas foram depois agrupadas em 8 grupos, para a análise do seu comportamento e foram efetuados os ensaios de permeabilidade ao vapor de água, absorção de água a baixa pressão, absorção de água por capilaridade e de secagem.

Foram ainda escolhidas 10 argamassas para a aplicação de diferentes acabamentos: velaturas (com óleo de linhaça, com primário de caseína e com primário de silicato), pinturas (caiação, com tinta de caseína, com tinta de silicato e com tinta acrílica) e barramentos (de gesso, de cal aérea e de argila caulínica). Estas argamassas foram analisadas aos ensaios de permeabilidade ao vapor de água, absorção de água a baixa pressão e ainda ao ensaio de erosão por gotejamento.

Dos resultados analisados no capítulo anterior, observa-se que a escolha do agregado tem uma enorme relevância nos resultados obtidos ao nível da resistência à ação da água, com a areia de granulometria média (referência) a apresentar os melhores valores. Verifica-se que a argamassa escolhida como referência para os diferentes grupos, a E1S3, apresenta uma proporção de equilíbrio entre o aglomerante e o agregado, tendo em consideração os resultados obtidos pelo grupo referente à análise das diferentes proporções terra argilosa:areia de referência. Deduz-se que, quanto à natureza da terra argilosa, a formulação com terra ilítica é a que apresenta melhores resultados no conjunto dos ensaios executados, com bons valores de absorção de água e permeabilidade, e relativamente boas velocidades de secagem, seja de evaporação da água no estado líquido, seja de evaporação de vapor de água no interior dos poros.

No que diz respeito às adições, observa-se que apenas 5% de adição de estabilizadores químicos altera os resultados obtidos com a argamassa de terra argilosa, e que esses mesmos resultados seguem a tendência das argamassas convencionais produzidas sem aglomerantes. Este efeito foi mais expressivo

no ensaio de absorção de água a baixa pressão na formulação com a adição de gesso, E1S3_G5. Já em relação à adição de fibras naturais, existe uma alteração do comportamento das argamassas com esta adição, aumentando ligeiramente a permeabilidade ao vapor de água e diminuindo a absorção de água a baixa pressão. No entanto, e apesar de se ter avaliado o comportamento de fibras com diferentes naturezas, dimensões e percentagens de adição, não existe propriamente uma fibra que se distinga das restantes, havendo apenas uma ligeira propensão nas fibras de aveia, verificando-se uma melhora dos parâmetros ensaiados. A adição de 5% de fibras, quer de trigo, quer de tabúia, não apresenta alterações perceptíveis aos valores obtidos com a formulação de referência.

Relativamente à adição de óleo de linhaça em formulações de terra ilítica, observam-se as maiores alterações com comportamento das argamassas de terra à ação da água. A adição de pequenas percentagens fez diminuir a permeabilidade da argamassa; no entanto, aumentou exponencialmente a quantidade de água absorvida, bem como o respetivo tempo de secagem.

No que diz respeito à comparação efetuada com formulações compostas por ligantes convencionais, as alterações mais notórias manifestam-se principalmente ao nível de absorção de água, uma vez que a formulação E1SF3 apresenta valores muito inferiores, quer em relação à absorção capilar, quer em relação à absorção por baixa pressão.

Da análise realizada ao efeito dos acabamentos sobre as argamassas de terra constatou-se que a natureza do acabamento tende a influenciar os resultados do sistema, como se verificou no ensaio de permeabilidade ao vapor de água, em que todas as velaturas aumentaram a permeabilidade, comparativamente ao valor registado sem acabamento, sendo este comportamento mais evidente na argamassa revestida com a velatura com primário de óleo de linhaça, a E1S3_OF10_CFLO. Dos resultados obtidos no ensaio de absorção de água a baixa pressão, verifica-se igualmente a influência dos acabamentos, com valores superiores em relação às argamassas sem acabamentos, novamente para a argamassa com a aplicação da velatura com óleo de linhaça, mas também para as argamassas onde foram aplicadas a caiação, a E1S4_CFLW, e um barramento de cal aérea, E1S2,5_PFCL, devido às propriedades da cal aérea realçadas em ambas as soluções. No que refere ao ensaio de erosão por gotejamento, constata-se que todos os acabamentos protegem a argamassa, evitando a entrada de água no suporte. De realçar que apenas a formulação com a aplicação da velatura com primário de caseína, E1S3_WF5_CFCW, apresenta valores menos promissores, uma vez que se verificou que este acabamento se diluía ao longo do ensaio, provocando sobre a superfície uma maior zona de impacto, em comparação aos outros acabamentos.

Finalizado o desenvolvimento da campanha experimental, consideraram-se alcançados os objetivos definidos no início da investigação, de contribuir com um maior conhecimento sobre o comportamento de rebocos de argamassas de terra e a influência dos revestimentos sobre as mesmas nas propriedades da argila como aglomerante e como possível regulador das condições de humidade relativa dos compartimentos onde estão inseridos os rebocos.

9.2. Desenvolvimentos futuros

Terminado o trabalho de caracterização de diversas argamassas de terra para a execução e aplicação de rebocos interiores, sem ou com acabamentos, surgem algumas propostas de desenvolvimentos futuros, no sentido de permitir uma melhor compreensão de alguns aspetos até aqui não aprofundados.

Será interessante investigar rebocos de terra aplicados sobre superfícies comuns, ainda não analisadas, como os betões ou as madeiras. Isto porque, a maioria dos elementos estruturais das novas construções são produzidos por elementos de betão armado, sendo estes considerados pontes térmicas, e assim necessário ter conhecimento dos efeitos que os gradientes de temperatura, que ocorrem nestas zonas, possam causar nos rebocos de terra. E ainda, como as argamassas desenvolvidas neste estudo alargado se destinam igualmente para o uso em intervenções de reabilitação, devido à possível ausência de materiais transformados, seria relevante saber quais os efeitos que os rebocos de terra produzem sobre os elementos de madeira e de preenchimento de paredes, muitas vezes utilizados como elementos estruturais em edifícios antigos.

Recomenda-se particularmente a investigação mais aprofundada dos acabamentos aplicados sobre os rebocos de terra, interessando avaliar os efeitos de um dado acabamento superficial em diferentes formulações. Averiguando se a diferentes rebocos de terra a aplicação de um dado acabamento é ou não válida para que a argila funcione como regulador da humidade relativa, no interior de um compartimento. Será também desejável realizar-se uma análise exaustiva dos efeitos dos acabamentos em cada formulação, tendo em consideração as propriedades da argila e a necessidade de as promover, ao mesmo tempo que se protege o reboco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHOUR, T.; KORJENIC, A.; KORJENIC, S.; WU, W. (2015) – Thermal conductivity of unfired earth bricks reinforced by agricultural wastes, cement and gypsum. *Energy and Building*, 104, p. 139-146. DOI: 10.1016/j.enbuild.2015.07.016.
- BEIRÃO, T.; BASTOS, A. (200) – Continuity or tradition. New earth buildings in the southern Alentejo, Portugal. *TERRA 2000 – 8th International Conference on the Study and Conservation of Earth Architecture*. James & James Science Publishers, p. 279-282.
- BOTELHO-DA-COSTA, J. (2004) – *Caracterização e Constituição do Solo*. 7ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN 978-972-31-0073-0.
- CEN (1998a) – EN 1015-1 – Methods of test for mortars for masonry. Part 1: Determination of particle size distribution (by sieve analysis). Brussels.
- CEN (1998b) – EN 1015-2 – Methods of test for mortars for masonry. Part 2: Bulk sampling of mortars and preparation of test mortars. Brussels.
- CEN (1998c) – EN 1015-4 – Methods of test for mortars for masonry. Part 4: Determination of consistence of fresh mortar (by Plinger Penetration). Brussels.
- CEN (1998d) – EN 1015-6 – Methods of test for mortars for masonry. Part 6: Determination of bulk density of fresh mortar. Brussels.
- CEN (1999a) – EN 1015-3 – Methods of test for mortars for masonry. Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table). Brussels.
- CEN (1999b) – EN 1015-10 – Methods of test for mortars for masonry. Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar. Brussels.
- CEN (1999c) – EN 1015-11 – Methods of test for mortars for masonry. Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar. Brussels.
- CEN (2000) – EN 1015-12 – Methods of test for mortars for masonry. Part 12: Determination of adhesive strength of hardened tendering and plastering mortars on substrates. Brussels.
- CEN (2002) – EN 1015-18 – Methods of test for mortars for masonry. Part 18: Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar. Brussels.
- CEN (2009) – EN 15801 – Conservation of cultural property – Test methods – Determination of water absorption by capillarity. Brussels.
- CEN (2009a) – EN 15803 – Conservation of cultural property – Test methods – Determination of water vapour permeability (δ_p). Brussels.
- CEN (2013) – EN 16320 – Conservation of cultural heritage – Test methods – Measurement of water absorption by pipe method. Brussels.
- CEN (2013a) – EN 16322 – Conservation of cultural property – Test methods – Determination of drying properties. Brussels.
- CORREIA, D. (2016) – *Argamassas de terra para rebocos interiores – Influência da adição de gesso e da granulometria da areia*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa.
- DIN (2013) - DIN 18947 – *Earth plasters – Terms and definitions, requirements, test methods* (em alemão). Berlin
- EUSÉBIO, I. (1985) – *Tintas. características dos constituintes e da película seca*, LNEC, Lisboa, Portugal.

- EUSÉBIO, I.; RODRIGUES, M. (1990) – Tintas, vernizes e revestimentos por pinturas para a construção Civil. Lisboa: LNEC. (Cursos e Seminários; CS 14).
- FARIA, P. (2007a) – Argamassas para reabilitação. Funções, constituintes e características. *Pedra e Cal*, 35, p. 4-7.
- FARIA, P.; HENRIQUES, F. (2006) – Construções em terra crua: Conservação do património existente e perspectivas futuras. *PATORREB 2006 – 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios*, FEUP, Porto, março de 2006, p. 273-282.
- FARIA, P.; HENRIQUES, F.; RATO, V. (2008) – Comparative evaluation of lime mortars for architectural conservation. *Journal of Cultural Heritage*, 9 (3), p. 338-346. DOI: 10.1016/j.culher.2008.03.003.
- FARIA, P.; DIAS, I.; JAMÚ, N.; SILVA, V. (2014a) – Air lime-earth blended mortars – Assessment on fresh state and workability. *International Conference of Vernacular Heritage, Sustainability and earthen Architecture, VerSus 2014, 2nd MEDITERRA, 2nd ResTAPIA*, Valência, p. 11-13 September. ISBN: 978-1-315-73687-7.
- FARIA, P.; SANTOS, T.; SILVA, V. (2014b) – Earth-based mortars for masonry plastering. *Guimarães: 9th International Masonry Conference*, July 2014.
- FERREIRA M, LIMA J, FREIRE T, FARIA P (2017), Edifícios de adobe e taipa na região de Leiria, Portugal. Levantamento material e documental com vista à sua conservação e reabilitação. *CREPAT 2017 - Congresso Reabilitação do Património*, Universidade de Aveiro, junho 2017, p. 29-30.
- GIL, S. (2013) – Criação de uma base de dados destinada à formulação automática de cores para uma tinta de fachadas, aquosa e de formulação genérica, com uma gama nova de pastas corantes de base aquosa. *Dissertação de Mestrado em Engenharia de Materiais*, Universidade Nova de Lisboa.
- GOMES, M.I.; GONÇALVES, T.D.; FARIA, P. (2012a) – Análise experimental de argamassas de terra com cais e fibras naturais. *4º Congresso de Argamassas e ETICS*, Coimbra, março de 2012.
- GOMES, M.I.; GONÇALVES, T.D.; FARIA, P. (2012b) – Earth-based repair mortars: Experimental analysis with different binders and natural fibers. *RESTAPIA 2012 – International Conference on Rammed Earth Conservation*, Valência, p. 21-23 June 2012. ISBN: 978-0-415-62125-0.
- GOMES, M.I.; GONÇALVES, T.D.; FARIA, P. (2016) - Characterization of earth-based mortars for rammed earth repair. *Earth Construction and Tradition*. Vol. 1 (Hubert Feiglstorfer, ed.). Institute of History of Art, Building Archaeology and Restoration at the Vienna University of Technology and IVA–ICRA (Institute for Comparative Research in Architecture), Vienna, Austria, p. 259-276. ISBN: 978-3-900265-34-2.
- GONÇALVES, T. (1996) – Guarnecimentos tradicionais para paredes exteriores de edifícios antigos, LNEC Rel.11/96 - NCCt, Lisboa.
- HENRIQUES, F (2012) – *Sebenta de Materiais de Construção I*, FCT NOVA.
- IPQ (2006) – NP EN 14146: 2006 – Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação do módulo de elasticidade dinâmico (através da medição da frequência de ressonância fundamental). Caparica.
- IPQ (2010) – NP EN 998-1:2010 – Especificação de argamassas para alvenarias. Parte 1: Argamassas para rebocos interiores e exteriores. Caparica.
- ISO (2001) – ISO 12570:2001 – Hygrothermal performance of building materials and products – Determination of water vapour transmission properties. Switzerland.

- LIMA, J.; FARIA, P. (2016) – Eco-efficient earthen plasters. The influence of the addition of natural fibers. Natural fibers: Advances in Science and Technology Towards Industrial Applications. From Science to Markets. Raul Figueiro and Sohel Rana (Eds.). Netherlands: Springer, RILEM Book Series, 12, p. 315-327. DOI: 10.1007/978-94-017-7515-1_24.
- LIMA, J.; FARIA, P.; SANTOS-SILVA, A. (2016a) – Earthen plasters based on illitic soils from Barrocal Region of Algarve: Contributions for building performance and sustainability. Key Engineering Materials, 678, p. 64-77. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.678.64.
- LIMA, J.; CORREIA, D.; FARIA, P. (2016b) – Rebocos de terra: Influência da adição de gesso e da granulometria a da areia. ARGAMASSAS 2016 – II Simpósio de Argamassas de Soluções Térmicas de Revestimento, IteCons, 16-17 junho de 2016.
- LIMA, J.; SILVA, S.; FARIA, P. (2016c) – Rebocos de terra: Influência da adição de óleo de linhaça e comparação com rebocos convencionais. TESTE 2016 – 1º Congresso de ensaios e experimentação em engenharia civil, Relacre, IST, Lisboa, julho de 2016, p.139-146. ISBN 978-972-8574-44-4 e DOI: 10.5281/zenodo.164637.
- LIMA, J.; FERREIRA, M.; FARIA, P. (2017) – Rebocos de terra: caracterização higroscópica e face à presença de água líquida. CREPAT 2017 – Congresso da reabilitação do património. UA, 29-30 de junho de 2017. A. Costa, A. Velosa, A. Tavares (Eds.), Universidade de Aveiro, ISBN: 978-989-20-7623-2, p. 21-29
- LIUZZI, S.; HALL, M.R.; STEFANIZZI, P.; CASEY, S.P. (2013) – Hygrothermal behavior and relative humidity buffering of unfired and hydrated lime-stabilized clay composites in a Mediterranean climate. Building Environment, 61, p. 82-92. DOI: 10.1016/j.buildenv.2012.12.006.
- MADDISON, M.; MAURING, T.; KIRSIMAE, K.; MANDER, U. (2009) – The humidity buffer capacity of clay-sand plaster filled with phytomass for treatment wetlands. Building and Environment, 44, p. 1864-1868. DOI: 10.1016/j.buildenv.2008.12.008.
- MANUPPELLA, G.; MOREIRA, J.; GRADE, J.; MOURA, A. (1985) – Contribuição para o conhecimento das características das argilas do Algarve. Porto: estudos, notas e trabalhos do Serviço de fomento mineiro e laboratório da D.G.G.M. Tomo 27, p. 59-75.
- Mattone M, Bignamini E (2012), Conservation of Earthen Construction: earth-gypsum plasters. Rammed Earth Conservation, Mileto, Vegas & Cristini (Eds.), Taylos & Francis Group, London, p. 687-691.
- MEISSER, M. (1978) – La pratique de l'acoustique dans le bâtiment. Éditions Eyrolles, Paris.
- MENDONÇA, P. (2005) – Habitar sob uma segunda pele: Estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados. Dissertação de Doutoramento, Universidade do Minho.
- MINKE, G. (2006) – Building with earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture, WITpress. ISBN: 978-3-7643-7477-8.
- NZS (1998) – NZS 4298-1998: Materials and workmanship for earth buildings (Building Code Compliance Document E2 (AS2)). New Zealand.
- OLIVEIRA I., SAMPAYO T., FARIA P. (2017), A casa Caramela - Construção em alvenaria de adobe da região de Palmela. CREPAT 2017 - Congresso Reabilitação do Património, Universidade de Aveiro, junho 2017, p. 29-30.

- PINA DOS SANTOS, C.A.; MATIAS, L. (2006) – Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente de edifícios. ITE 50. LNEC, Lisboa. ISBN: 978-972-49-2065-8.
- RATO, V. (2006) – Influência da microestrutura morfológica no comportamento de argamassas, Dissertação de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa.
- REMÉDIOS, N.; FARIA, P. (2016) – Evaluation of finishing coat systems for old building renders. REHABEND, Burgos, Spain, May 2016, p. 24-27.
- RILEM (1980) – Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods. Water absorption under low pressure. Pipe method. Test n.ºII.4. Recommendations provisoires. Materials & Structures, 13, p. 201-203.
- RILEM (1980a) – Recommended tests to measure the deterioration of stone and to assess the effectiveness of treatment methods. Test n.º II.5 – Evaporation curve. Materials & Structures, 13, p. 204-207.
- RÖHLEN, U.; ZIEGERT, C. (2011) – Earth Building Practice, Bauwerk, Beuth Verlag GmbH. ISBN: 978-3410-21737-4.
- SANTOS, T. (2014) – Argamassas de terra para rebocos interiores – Ensaio de caracterização e influência da formulação. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa.
- SANTOS, T.; SILVA, V.; FARIA, P. (2015) – Argamassas de terra. Comportamento higrotérmico em função da granulometria da areia. PATORREB 2015 – 5ª Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Porto, FEUP, março de 2015, p. 26-28.
- SILVA, R.; OLIVERIRA, D.; MIRANDA, T.; CRISTELO, N.; ESCOBAR, M.; SOARES, E. (2013) – Rammed earth construction with granitic residual soils: The case study of northern Portugal. Construction and Building Materials, 47, p. 181-191.
- TAVARES, M. (2009) – A conservação e o restauro de revestimentos exteriores de edifícios antigos. Tese de Doutoramento em Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa.
- TEIXEIRA, M. (2014) – Argamassas de reboco com terra - Avaliação da suscetibilidade à contaminação biológica. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa.
- VEIGA, M. (2007) – Conservação e reparação de revestimentos de paredes de edifícios antigos. Métodos e materiais. Lisboa: LNEC. Programa de Investigação e Programa de Pós-graduação apresentados para a obtenção do título de Habilitação para o Exercício de Funções de Coordenação de Investigação Científica.
- WHO World Health Organization (2009) – Guidelines for indoor air quality: Dampness and mould. Copenhagen: World Health Organization – Regional Office of Europe 2009. ISBN: 7989289041683.
- ZAK, P.; ASHOUR, T.; KORJENIC, A.; KORJENIC, S.; WU, W. (2016) – The influence of natural reinforcement fibers, gypsum and cement on compressive strength of earth bricks materials. Construction and Building Materials, 106, p. 179-188. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2015.12.031.
- W1 – <http://ecvetearth.hypotheses.org/about-earth>. Consultado em maio de 2017
- W2 – www.minas-de-barqueiros.pt. Consultado em abril 2017.
- W3 – <http://geodiversidade.madeira.gov.pt/index.php/geossitios/porto-santo/44-serra-de-dentro>. Consultado em abril de 2017.

ANEXOS

A. 1 – Fichas técnicas

A. 1.1 – Argila caulinitica



CAULINO MIB – A

TIPO		HUMIDADE (%)	FORNECIMENTO
P	PRENSADO	32 ± 3	Granel
G	GRANULADO	18 ± 2	Granel ou Big – Bags
S	SECO	< 2	Big – Bags, Cisterna ou sacos de ±20 Kg

ANÁLISE QUÍMICA (Fluorescência de Raio X):

Elemento	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ TOTAL	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.I
%	47.0	37.1	0.9	0.1	0.15	0.2	2	0.1	12.75

ANÁLISE MINERALÓGICA:

Caulinite	****
Quartz	**
Feldspato	*
Mica	*

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (Sedigraph):

< 30 µm	99±3 %
< 10 µm	93±5 %
< 5 µm	82±5 %
< 2 µm	68±6 %

OUTRAS CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES:

CARACTERÍSTICAS / PROPRIEDADES	VALORES	MÉTODO
Grau de Brancura (1) (Exco Branco – Negro (L))	75 - 85	Colorímetro Dr. Lange
Densidade	2.4 - 2.7	ASTM D 1817 - 96
Absorção de Óleo	34 - 48	ASTM D 281 - 95
pH	6 - 9	ISO 789/9 - 1981 (E)
Resíduo ao Crivo 53 µm	< 0.3 %	ASTM D 4315 - 94

(1) Grau de Brancura do pó seco a 110°C

RESISTÊNCIA À FLEXÃO (Kg/cm²): 25±5 Provetes secos a 110 °C

RETRACÇÃO SECO – COZIDO (%) (1180 °C - Temperatura de anel) : 10±2

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%) (1180 °C - Temperatura de anel): 13±3

PROPRIEDADES REOLÓGICAS:

- Densidade da suspensão: 1.5
- Mínimo de viscosidade: 500 cP - % Silicato de sódio (L60) = 0.6 % ± 0.3

Nota: Dado tratar-se de um produto natural, os valores indicados são médios, podendo apresentar variações não significativas.

A. 1.2 – Gesso

GESSO ESTUQUE





DESCRIÇÃO DO PRODUTO
O GESSO ESTUQUE é um gesso nemini-dretado não aditivado, de cor branca.
É comercializado em forma de pó muito fino, pronto a amassar mecanicamente com água, para aplicação manual.

EMBALAGEM
Sacos de papel de 30 kg, sacos de 5 kg, big-bage ou a granel.

UTILIZAÇÃO
Gesso de aplicação manual, recomendado para reboco paredes e tecto para interiores.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
Relação Gesso/Água: 1:0,5 kg/l
Tempo de início de presa: 12min ± 3min
Tempo de fim de presa: 22min ± 3min

Expansão linear (1 hora): máx. 0,00%
Resistência à flexão (seca): ~ 52 kg/cm²
Resíduo:
Penetração 500 micron: ~ 0,00%
Penetração 300 micron: ~ 0,000%

GESSO ESTUQUE 6689028



ARMAZENAMENTO

O armazenamento do produto deve ser feito em local seco e mecanicamente ventilado.



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Estes produtos podem ser misturados com ar hidratado.

As proporções de gesso e água referidas são utilizadas nos métodos de ensaio internos da SIVAL. Para gesso acabado de produto, na prática, podem ser ajustadas de acordo com as necessidades de cada aplicação individual, desde que a consistência se adequa ao fim a que se destina.

Nota-se, no entanto, que essas alterações influenciarão várias características do produto, nomeadamente densidade, tempo de presa, resistência e expansão.

Os produtos com base em gesso devem armazenar-se em ambiente seco, pois a absorção de humidade pode produzir alterações das suas propriedades físicas, tais como diminuição da resistência e deformação que, quando se aplica, pode comprometer a qualidade do produto quando a sua utilização se ocorre, e portanto, os produtos devem ser devidamente armazenados e tratados.

Validade do produto: 6 a 9 meses dependendo das condições de armazenamento.

Uma vez que se conhece as características e condições de aplicação, os produtos devem ser aplicados de acordo com as recomendações técnicas e de segurança. Os produtos devem ser armazenados em locais secos e mecanicamente ventilados.

GESSO ESTUQUE 6689028

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

Em conformidade com o Regulamento (CE) N.º 1907/2006
 Produtos: GESSO ESTUQUE e GESSO ESTUQUE EXPO
 Data de impressão: 30-07-2013



Data de atualização: 30-07-2013

1. Identificação da substância/preparação e da sociedade/empresa

- 1.1 Nome comercial:** GESSO ESTUQUE e GESSO ESTUQUE EXPO
1.2 Utilização: Estuque de paredes e tectos pelo método tradicional.
1.3 Apresentação: Sacos de papel "kraft" contendo 30 kg do produto, big-bags ou a granel.
1.4 Produtor / Fornecedor: SIVAL – Gessos Especiais, Lda.
 Sede: Rua Rodrigues Cordeiro, 34
 2400-216 Leiria
 Tel. 244 815 054 Fax 244 815 063
 Fábrica: Rua Emílio Oliveira Faria
 2425-879 Souto da Carpalhosa
 Tel. 244 619 170 Fax 244 614 690
 Telefone em caso de emergência - 112

2. Identificação dos perigos

Não aplicável. Até à data não são conhecidos riscos específicos associados ao seu manuseamento.
 Por favor siga as informações contidas nesta Ficha de Dados de Segurança.

3. Composição/informação sobre os componentes

- 3.1 Caracterização química:**
 Sulfato de cálcio natural $\text{CaSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ ($x = 0, \frac{1}{2}, 2$) > 90% CAS: 7778-18-9
 EINECS: 231-800-3
3.2 Impurezas perigosas: Não são conhecidas.
3.3 Informações adicionais: VLE-MP de partículas no ar – 10 mg/m^3 (Norma NP 1796:2004)
 Este produto não necessita ser rotulado de acordo com as directivas comunitárias e a regulamentação de substâncias perigosas.

4. Primeiros socorros

- 4.1 Em caso de inalação:** Não são necessários cuidados específicos.
4.2 Em caso de contacto com os olhos: Em caso de contacto accidental, lavar abundantemente com água.
4.3 Em caso de contacto com a pele: Não são necessários cuidados específicos.
4.4 Em caso de ingestão: Lavar a boca e beber grandes quantidades de água, pois existe o risco de solidificação.
4.5 Informações a fornecer a um médico: Sal neutro (sulfato de cálcio hemi-hidratado), não irritante. Não são conhecidas reacções alérgicas. O produto reage com a água.

5. Medidas de combate a incêndios

- 5.1 Meios de extinção adequados:** Qualquer meio de combate às chamas.
5.2 Meios de extinção que não devem ser utilizados por razões de segurança: Nenhum.
5.3 Perigos especiais resultantes da exposição à própria preparação, aos produtos de combustão ou aos gases produzidos: Acima de 700°C, pode haver decomposição do produto, com libertação de SO_2 .
5.4 Equipamento especial de protecção para o combate a incêndios: Nenhum.
5.5 Informação adicional: Produto não combustível. Escolher os meios de combate a incêndios adequados às substâncias que o rodeiam. Solidifica com água.

6. Medidas a tomar em caso de fugas accidentais

- 6.1 Precauções individuais:** Evitar a formação de poeiras.
6.2 Precauções ambientais: Não são necessárias.

**FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA**

Em conformidade com o Regulamento (CE) N.º 1907/2006
 Produtos: GESSO ESTUQUE e GESSO ESTUQUE EXPO
 Data de impressão: 30-07-2013

Data de atualização: 30-07-2013

6. Medidas a tomar em caso de fugas accidentais (cont.)

- 6.3 Métodos de recolha/limpeza:** De preferência, recolher seco. Com água, forma revestimento escorregadio.

7. Manuseamento e armazenagem

- 7.1 Manuseamento:** Não é necessário adoptar medidas especiais de protecção, se manuseado correctamente. Evitar a inalação e o contacto com os olhos.
7.2 Armazenagem:
Requisitos a observar na concepção dos espaços e/ou recipientes de armazenagem: Armazenar apenas nas embalagens originais fechadas, em local seco e bem ventilado.
Informações adicionais: Proteger da humidade do ar e da água. Temperatura recomendada de armazenagem: 5-30°C.

8. Controlo da exposição/protecção individual

- 8.1 Valores limite de exposição:** Máximo de 10 mg/m^3 de fracção inalável no local de trabalho.
8.2 Controlo da exposição: Ver ponto 7. Não são necessárias medidas adicionais.
8.3 Medidas gerais de protecção e higiene: Lavar as mãos antes dos intervalos e no final do trabalho. Não comer, nem beber durante o trabalho. Tirar a roupa suja com o produto.
8.4 Protecção respiratória: Não é necessária para o manuseamento do produto amassado com água. No caso de forte concentração de poeiras, usar filtros respiratórios do tipo FFP1.
8.5 Protecção das mãos, olhos, pele e corpo: Adoptar medidas gerais de protecção e higiene. Ver ponto 4.
8.6 Controlo da exposição ambiental: Não é necessário.

9.1 Propriedades físicas e químicas

Estado físico: Sólido (pó).
Cor: Branco, bege claro, cinzento claro.
Odor: Inodoro.
pH na forma em que é colocado no mercado: Não aplicável.
pH em solução aquosa a 20°C: Aprox. 5 - 7.
Mudança de estado físico: Não aplicável.
Inflamabilidade: Não aplicável (produto não inflamável).
Limites de explosividade: Não aplicável.
Propriedades comburentes: Não aplicável.
Pressão de vapor: Negligenciável.
Densidade aparente do produto em pó: 0,5 a 0,7 kg/l .
Solubilidade em água a 20°C: ca. 9 g/l .
Decomposição térmica do gesso hemi-hidratado:
 Em CaSO_4 e H_2O - acima de 140°C, aproximadamente;
 Em CaO e SO_2 - acima de 700°C, aproximadamente.

10. Estabilidade e reactividade

- 10.1 Condições a evitar:** Não se conhecem reacções perigosas.
10.2 Materiais a evitar: Não se conhece nenhum.
10.3 Produtos de decomposição perigosos: Não há decomposição térmica em caso de uso correcto. Ver ponto 5.

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

Em conformidade com o Regulamento (CE) Nº 1907/2006
Produtos: GESSO ESTUQUE e GESSO ESTUQUE EXPO
Data de impressão: 30-07-2013



Data de atualização: 30-07-2013

11. Informação toxicológica**11.1 Testes de toxicidade:**

Toxicidade oral aguda - Não tóxico.

Efeitos irritantes/corrosivos - Não irritante.

11.2 Experiências científicas realizadas:

Observações relevantes para a classificação/outras observações - Nenhuma.

12. Informação ecológica

Até à data não se conhecem efeitos eco-tóxicos nocivos causados por este produto.

13. Questões relativas à eliminação**13.1 Produto:** Pode ser reutilizado sem qualquer tratamento, desde que não tenha sido contaminado.**13.2 Resíduos:**

Reciclagem - Não necessita monitorização.

Eliminação - Aplica-se a legislação em vigor. A deposição comum em aterro pode originar a produção de sulfureto de hidrogénio (ácido sulfídrico).

Lista da proposta de códigos de resíduos/designação de resíduos, de acordo com a EWC:

Código nº	Explicação
10 13 06	Partículas e poeiras (excepto 10 13 12 e 10 13 13) - Portaria nº 209/2004 de 3 de Março de 2004

13.3 Embalagens usadas:

Podem ser recicladas, desde que previamente esvaziadas e bem sacudidas.

14. Informações relativas ao transporteClassificado como mercadoria não perigosa, segundo as regulamentações nacionais e internacionais das diferentes modalidades de transporte.
Evitar o contacto com humidade, durante o transporte do produto.**15. Informação sobre regulamentação****15.1 Rotulagem:** Não obrigatória.**15.2 Regulamentação nacional:** Portaria nº 732-A/96, Dec.-Lei nº 290/2001, Dec.-Lei nº 82/2003.**16. Outras informações****16.1 Frases R relevantes:** Nenhuma.

Este documento trata-se da quarta versão da FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA do GESSO ESTUQUE e do GESSO ESTUQUE EXPO.

As indicações nele contidas baseiam-se no estado actual dos nossos conhecimentos. Destinam-se apenas à descrição dos requisitos de segurança dos produtos a que se referem e não devem, portanto, ser interpretadas como uma garantia de qualidade ou de qualquer propriedade específica dos mesmos.

**DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO Nº 670 (DDP-670)**

1. Código de identificação único do produto-tipo: Gesso para uso direto, de aplicação manual, ou posterior processamento (produtos em pó) A1/9/7

2. Número do tipo, do lote ou da série, ou quaisquer outros elementos que permitam a identificação do produto de construção, nos termos do nº 4 do artigo 11º. Nome do produto, data de produção e número da paleta (marcado na embalagem)

3. Utilização ou utilizações previstas do produto de construção, de acordo com a especificação técnica harmonizada aplicável, tal como previsto pelo fabricante: Estucar paredes e tetos pelo método tradicional e produção de massas e colas.

4. Nome, designação comercial ou marca comercial registada e endereço de contacto do fabricante, nos termos do nº 5 do artigo 11º.

SIVAL - Gessos Especiais, Lda.
Rua Emílio Oliveira Faria - Várzea
2425 - 679 Souto da Carpalhosa
Tel: (+351) 244 619 170 / Fax: (+351) 244 614 690 / www.sival.pt

5. Se aplicável, nome e endereço de contacto do mandatário cujo mandato abrange os atos especificados no nº 2 do artigo 12º. Não Aplicável

6. Sistema ou sistemas de avaliação e verificação da regularidade do desempenho do produto de construção tal como previsto no anexo V: Sistema 4

7. No caso de uma declaração de desempenho relativa a um produto de construção abrangido por uma norma harmonizada: Não Aplicável

8. No caso de uma declaração de desempenho relativa a um produto de construção para o qual tenha sido emitida uma Avaliação Técnica Europeia: Não Aplicável

9. Desempenho declarado

Características essenciais	Desempenho	Especificações técnicas harmonizadas
Reação ao fogo	A1	EN 13279-1:2008
Isolamento acústico a sons aéreos	NPD	
Resistência térmica	NPD	

Quando, nos termos do artigo 37º ou do artigo 38º, tenha sido utilizada documentação técnica específica, os requisitos a que o produto obedece:

Não aplicável

10. O desempenho do produto identificado nos pontos 1 e 2 é conforme com o desempenho declarado no ponto 9.

A presente declaração de desempenho é emitida sob a exclusiva responsabilidade do fabricante identificado no ponto 4.

Assinado por e em nome do fabricante por:

Pedro Faria, Sócio-Gerente
(nome e cargo)Souto da Carpalhosa, 1 de Julho de 2013
(local e data de emissão)

(assinatura)

A. 1.3 – Cal aérea



Granulometria:	
Retido a 125 microns	≤ 0%.
Teor em Água livre	≤ 1%.
Estabilidade (expansão)	≤ 0,2%.
Teor em Ca(OH)_2	≥ 93%.
Teor em MgO	≤ 3%.
Densidade aparente na ordem de 0,5.	

LUSICAL

F.P. 351 - CH 01 B - 06 / 2010



Lusical H100

DESCRIÇÃO

A Lusical H100 é uma cal de construção utilizada como ligante, individual ou incorporada nas misturas formuladas.

E aplicada principalmente nos rebocos, e duma forma geral na construção civil.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS e QUÍMICAS

Determinadas pelos métodos Laboratório Grupo em conformidade com os modos operatórios normalizados

Nos produtos formulados,

- a granulometria da Lusical H100 optimiza a eficácia do produto acabado.
- sua brancura garante uma qualidade constante dos rebocos.
- seu forte teor em hidróxido de cálcio dá ao reboco a trabalhabilidade e sua permeabilidade ao ar

DOSAGEM e APLICAÇÃO

A Lusical H100 é entregue sob a forma pulverulenta. Sua dosagem é feita a partir do silo de armazenamento.

Ela é extraída do silo com a ajuda de equipamentos de descolmatação como fundos vibrantes, canhões de ar, ou desagregadores rotativos.

O produto é transportado por parafusos sem fim.

Os materiais de dosagem devem ter em conta as características físicas do produto - densidade, fluidez - respondendo às exigências de precisão requeridas.

CONDICIONAMENTO

Entregue em saco, big-bag e em cisterna, a Lusical H100 é armazenada em silos estanques.

DADOS de SEGURANÇA

Ficha de segurança: Hidróxido de Cálcio.

O produtor garante que todas as diligências são efectuadas para o respeito dos critérios definidos. No entanto, trata-se de produtos naturais que podem apresentar ligeiras variações nas características físico-químicas sem incidência notável sobre a qualidade do produto



Lusical

01- 06-2010

Valverde—2025-201 Alcanede - Portugal
Telefone (+351)243 409 040: - Fax (+351) 243 400 474—E-mail: info.lusical@iholst.com

A. 1.4 – Óleo de linhaça

**Ficha Técnica**

Óleo de Linhaça Código: MAD - 150		
Descrição	Líquido castanho com um odor característico.	
Utilização	<p>Confere "hidratação" às madeiras naturais, permitindo o seu equilíbrio e a manutenção das suas características.</p> <p>Quando adicionado às tintas de base óleo, aumenta a fluidez e retarda a sua secagem.</p> <p>É utilizado como constituinte de diversos tipos de betume dos quais se inclui o vulgar "Betume de Vidraceiro".</p>	
Características	Densidade	0.93 ± 0.02
Aplicação	Diluição	Pode ser diluído com diluente sintético
	Adicionando umas gotas num pano e limpando as superfícies de madeira, restitui o brilho e vivacidade das cores.	
Observações	<p>Estabilidade em armazém – 2 anos, em embalagens fechadas ao abrigo do frio e do calor.</p> <p>A informação constante desta ficha técnica baseia-se no nosso melhor conhecimento técnico, estando as condições de aplicação fora do nosso controlo. É sempre da responsabilidade do utilizador tomar as medidas necessárias para cumprir a legislação quanto à aplicação.</p> <p>Consulte sempre a "ficha de segurança" do produto e tome as devidas precauções, quanto a segurança e ao meio ambiente.</p> <p>Esta ficha estipula apenas os requisitos técnicos do produto e não serve de garantia do mesmo.</p>	

Data: 2010-08-23

Revisão: 0

Pág. 1 / 1

Tintinhas Produtos Químicos-Unipessoal, Lda
Escritório (Divinópolis): Rua Zona Industrial Nº 1329 Apt 111
4584-908 - Lousado (PRD) - Portugal
Tel/Fax: + 351 224 443 901
tintinhas@tintinhas.com - www.tintinhas.com

A. 1.5 – Primário de Caseína

Casein Primer



Product Information
145

• GENERAL

A colourless, transparent primer applicable in manifold ways for subsequent coatings and thin layers of plaster with KREIDEZEIT casein paints, lime paints and plaster in the interior.

• APPLICATION

Suitable for application on all untreated surfaces like clay plasters, lime plasters, lime based cement plasters and gypsum plasters, plasterboards, stone and concrete. Not suitable for smooth, non-absorbent surfaces and permanently humid surfaces. For transparent solidification of plasters, especially clay plasters in the interior. However, in this case it is necessary to make samples (see "Tips"). The application of Casein Primer within the various KREIDEZEIT paint systems is described in the respective product information.

• PROPERTIES

- Powder to be mixed with water.
- Reduces the absorbency of strongly absorbent surfaces and levels out different grades of absorbency of a surface.
- Solidifies slightly sanding surfaces, highly permeable.
- Colourless, transparent.
- Easy to use.
- Good coverage.
- Highly diffusable.
- Free of preservatives.
- Residues can be composted.

• INGREDIENTS (FULL DECLARATION)

Casein, soda.

• SUITABLE TOOLS

Suitable tools are quality wall and ceiling brushes made out of natural bristles. Do not spray or apply with a roller.

You will find quality wall and ceiling brushes in our assortment.
Facade brush (Art.No. P 8085)
Ceiling brush small (Art.No. P 8054.1)
Ceiling brush large (Art.No. P 8054.2)

• PREPARATION

The surface must be untreated, clean, dry, solid, free of grease and free of striking-through or colouring substances.

- Remove old glue-bound disintegrated coatings and other chalking or non-coatable coatings. Thoroughly wash off glue residues.
- Dedust surfaces thoroughly, brush sanding surfaces.
- Check old coatings for good adhesion; remove if necessary.
- Remove accumulations of linter and silted skin from plaster surfaces. Etch fresh plasters containing lime.
- Remove residues of moulding oil from concrete.
- Remove loose parts of plaster and masonry and repair with similar material.
- Clean fungus-affected mineral surfaces with soda.

• MIXING THE CASEIN PRIMER

A bucket (10l) and an electric drill with a paint stirrer are suitable for mixing the Casein Primer. Stir the Casein Primer (250g pouch) little by little into 2 litres of clean, cold water. Ensure that all clots are stirred out properly. After an expanding time of approx. 30 minutes, stir again thoroughly and dilute with 5 litres of water.

• USAGE

Apply Casein Primer evenly and laciously. Apply only the amount of fluid that can be absorbed by the surface. Important: remove excess fluid (wet, shiny areas) using a cloth. Temperature for application should be at least 8°C. Use up mixed Casein Primer in one day.

• DRYING TIMES AT STANDARD

ATMOSPHERE
After 8hrs at 20°C dry and safe to coat with paints or plasters based on pl time or casein.

• YIELD

According to the absorbency of the surface: 250g of powder cover approx. 40-60m². Precise consumption values to be determined on site.

• PACKAGE SIZE

Art.No. 145 250g
Outlines 8 lines of primer

Please refer to the valid price list for product prices.

• STORAGE

The powder can be kept at least 2 years if stored cool and above zero degrees centigrade.

• CLEANING OF TOOLS

Clean with water immediately after use and, if necessary, with slightly soapy water (Marseille Soap, Art. No. 220).

• DISPOSAL OF RESIDUES

Do not dispose of residues in the sink. Residues can be composted or be disposed of with normal household litter when dried.

• TIPS

Transparent solidification of plasters:
For the transparent solidification of clay plasters and other plasters without subsequent paint coatings, the described procedures are the same. It is, however, important to ensure that the Casein Primer is absorbed totally by the plaster, otherwise shiny areas could remain. The application of the primer has to be carried out from the bottom upwards (III) to prevent varnish tears. The tone of the plaster might become slightly darker. It is essential to apply trial coats before applying the primer on large areas in order to evaluate the development of the tone and to recognize potential irritations (white spots, efflorescing) of the plaster in time.

• HAZARD CLASSIFICATION

Not applicable, non-hazardous product.

• SAFETY ADVICE / NOTES

Also paints made from natural and non-toxic ingredients should always be kept out of reach of children. Casein paints have a typical smell during application that disappears by and by in a dry environment. Consider possible allergies to natural substances.

The above information has been compiled in accordance with the best of our experience and knowledge. Owing to the application methods and environmental influences, as well as the various surface properties, no liability or legal responsibility to the individual recommendations can be undertaken. Prior to application, the suitability of the product is to be tested (trial coat). This validity of the last cases with new stores or product modifications. You will find the latest product information at: >> www.kreidezeit.de or directly at Kreidezeit.

(09/11/2011)



A. 1.6 – Primário de silicatos

PINTURA DE SILICATO PURO

Pintura p/ exteriores y interiores
2011-09




Naturfarben GmbH

INFORMACIÓN GENERAL

Las pinturas de agua de vidrio (= pinturas de silicato) son de las pinturas de fachadas más resistentes en el oficio de pintar. No es raro ver fachadas pintadas con pinturas de silicato que tienen aspecto después de 20 años. El vidrio de agua es, en principio, vidrio líquido. Hay que distinguir entre el silicato de potasio y el silicato de sodio. Solo el silicato de potasio está indicado para la producción de pinturas (silicato de potasio). Este se fabrica a partir de arena de cuarzo y carbonato de potasio. Ambos componentes se funden entre sí a aprox. 1400 °C, triturados y procesados con vapor de agua hasta formar una solución acuosa. El secado de una pintura de silicato se produce tanto por evaporación como por absorción de dióxido de carbono a partir del aire. En este proceso, el vidrio de agua «se sella» y fija los pigmentos al fondo.

Las primeras pinturas de silicato no deben confundirse con las llamadas «pinturas de dispersión de silicato» comunes en el mercado. Las pinturas de dispersión de silicato contienen hasta un 5 % de silicato puro para la fijación, lo que disminuye la capacidad de difusión. Estas pinturas se reconocen porque se venden en cubos, mezclados y listas para su uso (componente único).

Las pinturas puras de silicato tienen siempre dos componentes (polvo/vidrio de agua), sin que sea posible almacenarlas varias días una vez mezcladas. Son las pinturas que están más abiertas a la difusión.

APLICACIÓN

La pintura de silicato es una de las pinturas para fachadas más resistentes disponibles en el mercado y también se aconseja su uso en interiores.

Las superficies adecuadas para una pintura de silicato son muros de cal y cemento, piedras naturales y artificiales y pinturas de silicato antiguas.

Las superficies deben ser suaves y libres de silicatos (es decir, deben contener arena o cuarzo), sin papel y no trabadas. Las superficies no adecuadas son los morteros de yeso, cartón-yeso, pinturas de dispersión y de dispersión de silicato, lejas, pinturas al aceite y para impresión, superficies de madera y metalúrgicas y papeles de pared.

También se puede pintar sobre una pared que se haya pintado previamente con pintura de cal, siempre que no haya una capa gruesa de pintura ni existan zonas de adherencia de donde caen trozos de pintura.

Los morteros nuevos únicamente pueden pintarse tras un secado de, como mínimo 4-6 semanas (según el endurecimiento de la cal, el vidrio de agua aplicado sobre cal fresca provoca eflorescencias).

CARACTERÍSTICAS

- Óptima capacidad de difusión
- Efecto fungicida y antibacteriano debido a una alta alcalinidad
- Resistente al lavado, las condiciones meteorológicas y las previsiones químicas
- No inflamable
- Muy duradero
- Con dos componentes

PREPARACIÓN

Ocaso y limpie el polvo de todas las superficies. Las pinturas antiguas, como pinturas para impresión, de dispersión y de lejas, deben eliminarse por completo. Si una pared ha sido pintada previamente con pintura de cal, será necesario eliminar los residuos sueltos de pintura de cal antigua y asegurarse de que la pintura de cal se adhiere a la superficie.

No es necesario limpiar toda la fachada. Si agua de cal/cemento en mortero nuevo debe eliminarse con una faja.

IMPRESIÓN

Para la aplicación de imprimación en superficies con gran capacidad de absorción (morteros no tratados), diluya 1 parte de vidrio de agua en 1-2 partes de agua.

La aplicación única o repetida de la imprimación, después de la capacidad de absorción de la superficie, aplíquese con el cepillo para fachadas.

APLICACIÓN DE LA PINTURA DE SILICATO

Preparación de la base de pintura:

1ª capa: Mezcle 12 kg de pintura blanca al silicato - y por separado cualquier pigmento - en 6 litros de agua.

Para colores más intensos, debe ajustarse la cantidad correspondiente de polvo de silicato por pigmentos. Ver el capítulo de "Matización" de la hoja técnica.

2ª capa: Justo antes del tratamiento, mezcle 7,5 litros de agua de vidrio.

1ª capa:

La pintura para la 1ª capa necesita estar líquida como la imprimación «prim» y debe ser diluida en la composición de agua de vidrio, con agua, en la relación de 1:2. La aplicación se debe hacer con brocha.

2ª capa:

Si es necesario, diluya con un poco de agua. La aplicación se puede hacer con un pulverizador (respetando de succionar) con movimientos circulares.

Importante: Para evitar sobrepresiones visibles, se recomienda aplicar la capa en un proceso continuo.



PINTURA DE SILICATO PURO

Pintura p/ exteriores y interiores
2011-09




Naturfarben GmbH

TRATAMIENTO

Las pinturas de silicato exigen buenos conocimientos técnicos. Por ello, recomendamos que se apliquen las pinturas de prueba antes de trabajar en grandes superficies. Como herramienta, resulta adecuado un pincel de cerdas cortas (espátula), con el que se aplica la pintura de una manera más espesa y regular. Para obtener un resultado adecuado, se recomienda trabajar con varias personas en superficies de grandes dimensiones.

Dado que la pintura es algo fluida y alcalina, deberán cubrirse todas las superficies que no se vayan a pintar (especialmente vidrios, dinghies, ladrillos, piezas metálicas y maderas ennegrecidas). Las salpiedras de pintura deben eliminarse inmediatamente con abundante agua, a riesgo de que se produzcan manchas irreversibles.

Aunque solo la cantidad de pintura que vaya a utilizarse en un día, es posible almacenarla, sin embargo, por tiempo limitado (1-2 días), en recipientes de plástico con impermeabilización al aire. Antes de empezar a pintar, la superficie debe estar bien seca para permitir que se produzca la reacción química entre la pintura y el sustrato mineral. Después de períodos de lluvia intensa conviene esperar entre dos y ocho semanas en Italia antes de comenzar a pintar.

MATIZACIÓN

La matización puede realizarse con cualquier pigmento de tierra, mineral o de esmalte del período anterior. No resultar adecuadas para exteriores los colores azul y violeta ultravioleta, pero casual, negro hulla y líquido. Con la cantidad antes indicada (12 kg de pintura blanca de silicato), se puede matizar hasta 300 g de pigmentos sin afectar las cantidades.

Para colores más intensos, ajuste la cantidad correspondiente de polvo de silicato por pigmentos. En relación con la cantidad de pigmentos utilizados, debe añadirse un 20 % de cuarzo molido.

Ejemplo: 7 kg de pintura blanca de silicato
+ 5 kg de amarillo ocre
+ 1 kg de cuarzo molido
+ 6 l de agua
+ 7,5 l de vidrio de agua para pintura

Como los pigmentos necesitan diferentes aglutinantes, deberá hacerse una prueba antes de trabajar en superficies de grandes dimensiones. En el caso de las pinturas de silicato matizadas, puede aparecer una florescencia característica.

RENDIMIENTO

En superficies con imprimación bastará 12 kg de pintura blanca de silicato + 7,5 litros de vidrio de agua para aprox. 500 m² por m².

Lo que equivale a 120 g de pintura blanca de silicato + 0,075 l de vidrio de agua por m² por cada pintura. Los valores de rendimiento exactos deben determinarse en el lugar.

ESTRATÉGIA

Vidrio de agua por m², en función de la capacidad de absorción de la superficie con una relación de mezcla de 1:2 aprox. 0,55 - 0,67 litros con una relación de mezcla de 1:1 aprox. 0,075 - 0,1 litros que corresponden a 100 - 200 m² de líquido por m².

TEMPERATURA DE TRATAMIENTO

La pintura se trata de la mejor forma a temperaturas entre los 5 °C y los 20 °C. Quitte las fuentes frías, heladas y la radiación solar directa. Las pinturas de silicato no deben tratarse a temperaturas por debajo de los 0 °C (debe cuidarse con las posibles heladas nocturnas).

LIMPIEZA DE LAS HERRAMIENTAS

Limpíelas con agua inmediatamente después de su uso. Entre diferentes trabajos, mantenga las herramientas sumergidas en agua.

TIEMPOS DE SECADO

Semi-seca después de 2 - 3 horas. Puede reavivarse después de como mínimo 12 horas.

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

No elimine los residuos de los componentes individuales en el sistema de alcantarillado. Manténgalo que resta el producto inmediatamente cerrado para su posterior utilización. Los residuos secos de la pintura de silicato son compostables y pueden eliminarse con los residuos domésticos. Deposite los recipientes vacíos en los puntos de recogida adecuados.



PINTURA DE SILICATO PURO

Pintura p/ exteriores y interiores
2011-09



embarro®
tradición e innovación

Información sobre el producto 879 - 881 Agua de Vidrio

APLICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Aguarrante concentrado para pinturas de silicato, soluble en agua, sin conservantes y con disolventes orgánicos.

TAMAÑOS DE LOS RECIPIENTES:

Art. nº 880 3,75 l Art. nº 881 5 l
Art. nº 882 10 l Art. nº 883 20 l
Consulte los precios de la lista de precios en vigor.

ALMACENAMIENTO

Si se almacena en un lugar sin riesgo de heladas y herméticamente cerrado, el producto puede conservarse, como mínimo, durante 3 años.

CLASIFICACIÓN

No procede, no es un producto peligroso.

INDICACIONES DE SEGURIDAD Y NOTAS

Durante el tratamiento, proteja los ojos y la piel (guantes de protección). En caso de contacto con los ojos o la piel, lave con abundante agua y, en caso necesario (ojos), consulte con un médico. Manténgase fuera del alcance de los niños.

Información sobre el producto 879 - 881 Pintura pura de silicato

APLICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Polvo mineral para la producción de pintura de silicato blanco. Todas las materias primas son anticorrosivas y, en esta composición, muy resistentes a las condiciones meteorológicas.

COMPOSICIÓN

Mármol molido, blanco de titanio, talco, óxido y cuarzo molido.

TAMAÑOS DE LOS RECIPIENTES

Art. nº 879 1,2 kg Art. nº 880 12 kg Art. nº 881 24 kg
Consulte los precios de la lista de precios en vigor.

ALMACENAMIENTO

Si se almacena en un lugar seco, el producto puede conservarse por tiempo limitado.

CLASIFICACIÓN

No procede, no es un producto peligroso.

INDICACIONES DE SEGURIDAD Y NOTAS

No respire el polvo. En caso necesario, use una máscara. Manténgase fuera del alcance de los niños. La información anterior ha sido elaborada de acuerdo con nuestra experiencia y conocimiento. Debido a los métodos de aplicación y a las influencias medioambientales, así como a las variaciones de las diferentes superficies, no podemos asumir ninguna responsabilidad u obligación legal relacionada con las recomendaciones individuales. Antes de la aplicación, deberá probarse la idoneidad del producto (pintura de prueba). El fondo debe de tener utilidad en caso de revisiones o modificaciones del producto.

(10/2021)

CASA DA COR
Distribuidor Oficial de Kreidezeit
para Portugal
www.embarro.com - info@embarro.com



EMBARRO IBERICA
Distribuidor Oficial de Kreidezeit
para España
www.embarro.es - info@embarro.es

3

A. 1.7 – Tinta de caseína

Casein Marble Paint



Naturfarben GmbH

Product Information
105 - 108

• GENERAL
Casein is a complex mixture of proteins and won from milk. It is added to the Marble Paint in powder form and is solubilised with soda to a high-quality binding agent. Marking knows for thousands of years that lime mixed with casein is an excellent binder for paints and glues. Some of these works can still be seen in churches and museums. They prove the excellent quality of casein paints. Not only the quality but also the environmental friendly manufacturing and application of casein paints are good reasons to rediscover old recipes and to advance them.

• APPLICATION
Paint for walls and ceilings in the interior. Suitable for application on absorbent surfaces (ie plaster, stone, concrete, ingrain- and normal wallpaper, drywalls, fibrous plaster boards). Suitable to only a limited extent on old emulsion paint coatings after trial coat with positive result (see "Tip"). Unsuitable surfaces are e.g. old glue-bound distemper coatings, lime coatings, oil paint coatings, latex- and plastic coatings, metal, surfaces with residues of glue and all even, non-absorbent surfaces as well as permanently humid surfaces. We recommend Kreidezeit Plaster Paint (Art.No. 888) for humid rooms.

• PROPERTIES

- Powder to be mixed with water
- Easy to use
- Very open to diffusion
- Excellent coverage
- Natural white due to fine marble flour
- Without Titanium White
- Wiping resistant and several times overcoatable
- All ingredients from natural sources
- Free of anti-degradants

• INGREDIENTS
Marble flour (several grain sizes), chalk, casein, kaoline, soda, methyl cellulose

• SUITABLE TOOLS
Quality paint rollers and brushes.
Suitable for application with airless spray guns.
You will find quality brushes in our assortment: Facade brush (Art.No. P 6080)

• PREPARATIONS
The surface must be solid and clean, absorbent, free of dust, fat and striking-through or colouring substances.

- Remove old glue-bound distemper coatings and other chalking or non-coatable coatings. Removes loose old coatings. Thoroughly wash off glue residues.
- Brush sanding surfaces thoroughly.
- Remove accumulations of binder and sintered skin from plaster surfaces.
- Remove residues of molding oil on concrete surfaces.
- Remove loose parts of plaster and brickwork and repair with similar material.
- Striking-through or colouring substances on the surface must be blocked with Shellac Shielding Primer (Art. 234) before application.
- Clean fungi-affected mineral surfaces with Soda (Art. 992).


• USAGE
Application temperature at least 8°C.

1. Priming
Untrained, absorbent surfaces (all plasters, drywalls, fibrous plaster boards) must be primed with Casein Primer (Art.No. 145) first.

2. Mixing the Paint
Stir the powder into the correct amount of clean, cold water using a powerful electric drill with a paint stirrer. Ensure that all clots are stirred out properly. After an expending time of approx. 30 minutes, stir again thoroughly.

3. Coatings
Apply paint thinly and evenly.
The use of too much paint can lead to damages in the coating.

The paint is transparent during application, the full covering power is reached after drying. Stir again thoroughly after longer breaks.
Use up mixed paint the same day.



Naturfarben GmbH

Casein Marble Paint

• AMOUNT OF WATER
Adjust paint/water mixture to suit the surface; i.e. a little more water may be required for a particular application.
Paint mixer:
1 kg of paint powder requires 550 ml of water.
Dilute with up to 150 ml of water if necessary.

Paint brush:
1 kg of paint powder requires 650 ml of water.
Dilute with up to 150 ml of water if necessary.

• TINTING
Up to 10 % Kreidezeit mineral pigments may be used for tinting. According colour charts are available at our dealers. Other pigments must be alkali resistant.
Stir pigments into the mixing water before mixing the paint. Ensure that all clots are stirred out properly. To gradate, stir pigments in water and add to the already mixed paint.

• PACKAGE SIZES

Art.No. 105	2.5kg
Art.No. 106	5kg
Art.No. 107	10kg
Art.No. 108	25kg

Please refer to the valid price list for product prices.

• DRYING TIMES AT NORMAL CLIMATE
Safe to coat after approx. 8 hrs.
Thoroughly dried after approx. 24 hrs.

• YIELD
On even and normal absorbent surfaces approx. 145 g of paint powder per m² per coating.
Accurate consumption values to be determined on site.

• STORAGE
If stored closed and dry, the paint powder can be kept for at least 3 years.

• CLEANING OF TOOLS
Immediately after use with water or with slightly soapy water (Marseille Soap, Art. No. 220).

• DISPOSAL OF RESIDUES
Do not dispose of residues in the sewage system. Residues can be composted or be disposed of with normal household litter. Disposal of empty containers through resource collection points.

• HAZARD CLASSIFICATION
Not applicable, non-hazardous product

• NOTES
Also paints made from natural and non-toxic ingredients should always be kept out of reach of children. Casein paints have a typical smell during application that disappears after by and by in a dry environment.
Consider possible allergies to natural substances.

• TIPS
Over coating of old emulsion paints:
The old coating must be siled, milled and slightly absorbent. We recommend to add 30 ml of Safflower Oil (Art.No. 375) per 1 kg of paint powder to increase the adhesion capability.
The oil is siled into the paint after the expending time.
Only emulsion paint coatings must be cleaned before applying the paint, e.g. with Soda (Art.No. 992).
In this case, the suitability of the paint must be assured by making samples on site.

The above information has been compiled in accordance with the best of our experience and knowledge. Owing to the application methods and environmental influences, as well as the various surface properties, no liability or guarantee pertaining to the individual recommendations can be undertaken. Prior to application, the suitability of the product is to be tested (trial coat).
The validity of the text extends with revisions or product modifications.
You will find the latest product information at: www.kreidezeit.de or directly at Kreidezeit.

(03/11/2011)



SITE: www.fimmaerobbialac.pt | E-MAIL: robbialac@robbialac.pt | LINHA VERDE SAC | TEL.: 800 200 725 | FAX: 800 201 378
CC 353 15.2

Tinta Aquosa Mate para Paredes e Tectos
TINTA AQUOSA ADVANCE
081-0101

DESCRIÇÃO	Tinta de acabamento, baseada numa dispersão aquosa especial estirno acrílica, pigmentada com dióxido de titânio rutílico e cargas inertes.
UTILIZAÇÃO	Sobre paredes e tectos, em pinturas novas e repinturas.
PROPRIEDADES	Tinta de elevada qualidade, ideal para a decoração de interiores. Destacam-se as seguintes propriedades: Bom poder de cobertura Resistente à lavagem Resistente a fungos e à humidade Permite disfarçar pequenas imperfeições do substrato graças ao seu grau de brilho mate Branco Tintável que permite a afinação de milhares de cores claras, através do sistema de tintagem Super Colorizer.
COR(ES)	Brilho: Mate Densidade: $1,45 \pm 0,04$ Viscosidade: $103 - 107 \text{ KU}/25^{\circ}\text{C}$ (a). Este valor pode aumentar com o tempo de armazenamento. Ponto de inflamação: Não inflamável. COV's: Valor limite da UE para este produto (Cat. A/a): 30 g/l (zona). Este produto contém no máx. 29 g/l COV.
CARACTERÍSTICA(S) FÍSICA(S)	Classificação "Qualidade do ar interior" segundo a regulamentação Francesa (Regulamento de 19 Abril 2011 relativo à etiquetagem dos produtos de construção ou de revestimento de paredes e pavimentos e das tintas e vernizes e sobre as suas emissões de poluentes voláteis) - A+.
PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO	Pintura de Raiz A superfície a pintar deve estar bem seca, firme, limpa, livre de poeiras, gorduras, restos de argamassa ou outras impurezas. Se for necessário fazer pequenas reparações ou nivelamentos utilize a massa Aguaplast Universal . Isolamento - Recomenda-se a aplicação do Primário Plastron Aquoso Anti -Fungos e Algas e Anti-Alcalino , 000-0000. Selagem - Sempre que o substrato a pintar não apresenta uma cor uniforme, aconselha-se a aplicação do Selastuc - Primário Promotor de Opacidade , 000-0260. Para casos particulares (por ex. paredes com esfarelamento, com salitre, etc.) consultar-nos. Repintura Caso a pintura antiga se encontre em bom estado, deve-se limpar e desengordurar; caso contrário, a pintura antiga deverá ser removida na sua totalidade. A operação de limpeza e desengorduramento das paredes deve ser feita com Robblève , 909-000X. No caso de uma casiação, a cal deverá ser totalmente eliminada. Recomenda-se uma lavagem prévia para disfarçar as irregularidades. Na reparação de fendas estéticas, utilizar o betume em pó Aguaplast Standard . Para fendas rebeldes, recomenda-se o uso do betume em pasta Aguaplast Fibra . No isolamento ou selagem, proceder como no caso de uma pintura de raiz.

APLICAÇÃO	Ferramentas : Rolo ou trincha. Diluição e nº demãos : pronta a usar. A 1ª demão pode, no entanto, ser diluída até 5% de água, conforme a natureza da parede; a 2ª demão deve ser aplicada sem qualquer diluição. Tempo de secagem : 1 a 2 horas, em zonas bem ventiladas e a temperaturas de ordem dos 20°C. Para demãos seguintes : 2 a 3 horas. Lavagem da ferramenta : Com água.				
RENDIMENTO	Em paredes lisas : 10 a 15 m ² /litr/demão Em paredes deperas : 7 a 8 m ² /litr/demão				
PRODUTOS PARA ACABAMENTO					
FORMATO(S)	1L, 5L e 15L				
PERÍODO ACONSELHADO DE ARMAZENAGEM	24 meses, em embalagens fechadas, protegidas do frio e do calor.				
OUTRAS INFORMAÇÕES	<p>- Não se deverá efectuar a aplicação quando a temperatura ambiente for inferior a 5°C ou superior a 35°C.</p> <p>- O valor indicado de COV's refere-se ao produto "pronto a usar", incluindo tintagem, diluição, etc. com produtos de nossa Empresa. Declinamos qualquer responsabilidade por operações de mistura realizadas com outros produtos comerciais, dos quais desconhecemos o conteúdo exacto de COV's.</p> <p>(a) Valores indicados são do branco.</p>				
ESQUEMA(S) DE PINTURA					
BEPARAÇÃO DE FENDAS	LOXAGEM	RIPARAÇOS	LAVAGEM DAS PAREDES	ISOLAMENTO E SELAGEM	ACABAMENTO
Aguaplast Standard (004-0009/14/42)	Lisa Garnet Fina	Aguaplast Cima (004-0024/52/12/13)	Robblève 909-000X	Plastron Aquoso 020-0200 Selastuc 030-0260 Para casos particulares, consulte-nos.	Tinta Aquosa Advance
Aguaplast Fibra (004-0002/36/4)					
PROPORÇÕES CATALIZAÇÃO					
PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA	Consultar a ficha de segurança do Produto.				
GARANTIAS					
NOTA	As informações fornecidas são correctas de acordo com os nossos ensaios, mas são dadas sem garantia, uma vez que as condições de aplicação estão fora do nosso controlo.				
Informação Técnica - Original - CC 353 15.2 SR 16-000 - EDA-ITE SUBSTITUI TODAS AS VERSÕES ANTERIORES					

A. 1.8 – Tinta acrílica

A. 1.9 – Agregado para o barramento de cal aérea



DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO Nº 1/2013

- Código de identificação único do produto-tipo: **Agregado 0/1**
- Número do tipo, do lote ou da série, ou quaisquer outros elementos que permitam a identificação do produto de construção, nos termos do nº 4 do artigo 11º: **Refº FPS 120 (registo na guia de remessa)**
- Utilização ou utilizações previstas do produto de construção, de acordo com a especificação técnica harmonizada aplicável, tal como previsto pelo fabricante: **NP EN 13139:2005; NP EN 13139:2005/AC:2010 (agregado para argamassas).**
- Nome, designação comercial ou marca comercial registada e endereço de contacto do fabricante, nos termos do nº 5 do artigo 11º:
Areipor - Areias Portuguesas, Lda. Rua da Alameda, Ap 755 - 2671-601 Bucelas
E-mail: geral@areipor.mail.pt Telefone: 21 968 80 10 Fax: 21 968 80 19
- Sistema ou sistemas de avaliação e verificação da regularidade do desempenho do produto de construção tal como previsto no anexo V:
Sistema de avaliação 2+
- No caso de uma declaração de desempenho relativa a um produto de construção abrangido por uma norma harmonizada:
E.I.C. - Empresa Internacional de Certificação, organismo notificado, nº 1515, realizou a inspeção inicial e o acompanhamento, apreciação e aprovação continuos do controlo da produção em fábrica, no âmbito do sistema 2+, e emitiu o certificado de conformidade do controlo da produção em fábrica, nº 1515-CPD-0205 de 30 de maio de 2013 e válido desde que não se alterem significativamente as condições definidas nas normas harmonizadas ou as condições de fabrico e do controlo de produção em fábrica.

7. Desempenho declarado

Características	Desempenho	Norma harmonizada
Dimensão Nominal - Tamanho das partículas	0/1	NP EN 13139:2005 NP EN 13139:2005/AC:2010
Descrição petrográfica	Agregados com forma maioritariamente esférica, sub-arredondadas e com superfície rugosa, constituída por Quartzo e Turmalina	
Teor de finos	Categoria 4	
Massa Volumica*	$\rho_a = 2,66$; $\rho_{-0,075} = 2,63$; $\rho_{250} = 2,64$	
Absorção de água*	0,5%	
Teor de cloretos	< 0,001%	
Teor de sulfatos solúveis em ácido	AS 0,2	
Teor de enxofre total	< 0,04%	
Teor de húmus	Mais claro que padrão	

Notas: Resultados que não constam, não foram realizados ou não solicitados.
A origem dos valores dos ensaios químicos são da responsabilidade do produtor da matéria-prima.
* Propriedades determinadas em agregado com a mesma origem (agregado 0/1 "APB 40")

- O desempenho do produto identificado nos pontos 1 e 2 é conforme com o desempenho declarado no ponto 7.
- A presente declaração de desempenho é emitida sob a exclusiva responsabilidade do fabricante identificado no ponto 4.
Assinado por e em nome do fabricante por:

Vitor Mordido, Responsável pelo Sistema de Controlo em Fábrica

(assinatura)

Bucelas, 17 fevereiro 2014

A. 1.10 – Barramento de argila caunilítica

DECOFINO EMBARRO DISPONIBLE EN 12 COLORES



INFORMACIÓN DE PRODUCTO

2016-08

PROPIEDADES

El mortero de arcilla DECOFINO EMBARRO es una mezcla lista para aplicar (sólo se tiene que añadir agua), para uso manual. Una ligera acortencia "sombreada" es una característica típica de este enluido tradicional.

APLICACIÓN

El mortero de arcilla DECOFINO EMBARRO es utilizado como un revestimiento final y decorativo de tipo enluido para interiores.

COMPOSICIÓN (DECLARACIÓN COMPLETA)

Áridos, arcillas, pigmentos minerales y celulosa, granulometría < 0,5mm.

COLORES

Blanco nieve, blanco natural, óxido de hierro, café con leche, mantén, tierra de Siena, caramelo, crema, melocotón, coral, verde menta, gris claro. Todos los colores de DECOFINO EMBARRO pueden mezclarse entre ellos, existe también la posibilidad de colorear el DECOFINO EMBARRO de color blanco natural con pigmentos minerales (hasta 5% de aditivo). En este caso, mezcla los pigmentos directamente en el agua de preparación sin que se formen grumos antes de mezclarlo en el mortero. El efecto del color es resultado de la consistencia del mortero y de la textura de la superficie. Se deben mezclar los envases para superficies interiores debido a que siempre puede haber ligeras diferencias de color entre los lotes de este producto natural.

RENDIMIENTO

20 kg de DECOFINO EMBARRO es suficiente para cubrir una superficie plana de aprox. 10 m² con un espesor de 1-2mm. Si se aplicara un espesor superior a 3mm podrían surgir grietas.

PREPARACIÓN

Mezcla cuidadosamente un 25% de agua limpia usando una mezcladora. Después de mezclar con

agua, el mortero debe descansar 30 minutos y de nuevo se mezcla con la mezcladora antes de la aplicación. Una vez mezclado con agua, si se mantiene tapado, el mortero puede ser usado durante varios días.

SOPORTE/APLICACIÓN

La superficie debe estar firme, limpia, sin restos de partículas oleosas y lo suficientemente rugosa para proporcionar una buena base, ya que el enluido de barro sólo se adhiere mecánicamente. Los enluidos de barro viejos deben ser mojados antes de empezarse a trabajar, otras superficies sólo necesitan ser mojadas para prolongar el tiempo de trabajo del material. Es importante que la superficie tenga una capacidad de absorción homogénea, eventualmente puede ser necesario aplicar una imprimación previa para preparar la superficie (por ej. Geleco501 Kreidezeit o la imprimación de Casella Kreidezeit, Art. 145).

Aplicación de DECOFINO EMBARRO sobre morteros de barro: El revoco de barro en muchos casos tiene un color oscuro. Si deseas aplicar el DECOFINO EMBARRO en un color más claro (como blanco, crema...) sobre un revoco de barro, se debe aplicar primero la imprimación de Casella Kreidezeit (Art. 145) con un pulverizador una o dos veces. Sigue las instrucciones de la ficha técnica del producto. De esta manera fijamos la superficie del revoco base y protegemos el DECOFINO EMBARRO de una coloración no deseada. La argamasa en pasta debe ser aplicada de forma homogénea con una lara metálica o voreciana y con un espesor que puede variar hasta 2mm de grosor. Para mejores resultados, usa siempre herramientas limpias o nuevas. En el caso de dejar un acabado "esponjado", después de unos 10-30 minutos la superficie debe ser frotada con un pedazo de poliestireno expandido o similar hasta llegar a un estado completamente plano.

CASA DA COR
Distribuidor Oficial de Kreidezeit
para España y Portugal
www.embarro.com - info@embarro.com



DECOFINO EMBARRO DISPONIBLE EN 12 COLORES



INFORMACIÓN DE PRODUCTO

2016-08

Las partículas sueltas pueden ser quitadas con una lara de esponja rugosa o un cepillo después del DECOFINO EMBARRO estar completamente seco.

Para conseguir un acabado liso se puede apretar la superficie directamente.

Después de que el DECOFINO EMBARRO esté completamente seco, también se puede lijar ligeramente la superficie con una lija de 400. En este caso recomendamos lijar la superficie después con la imprimación de Casella Kreidezeit (Art. 145).

TAMAÑO DE LOS ENVASES

Cubos reutilizables de 20 kg.

ALMACENAMIENTO

Guárdalo en un lugar seco. Si se mantiene seco puede guardarse por tiempo limitado.

CLASIFICACIÓN DE PELIGRO

No aplicable. No es un producto peligroso.

La información anterior ha sido preparada de acuerdo con nuestra experiencia y conocimientos. Debido a los métodos de aplicación e influencias medioambientales y a las diferentes propiedades de las superficies, la empresa no asume ninguna responsabilidad relacionada con las recomendaciones individuales. Antes de la aplicación del producto debe verificarse que es adecuado para los fines propuestos (tipo de soporte). La validez del texto concuerda con las revisiones o modificaciones en los productos. Podrás obtener información sobre nuestro producto en www.embarro.com o info@embarro.com.

CASA DA COR
Distribuidor Oficial de Kreidezeit
para España y Portugal
www.embarro.com - info@embarro.com



A. 2 – Resultados individuais obtidos na campanha experimental

A. 2.1 – Ensaio de Permeabilidade ao vapor de água

DATA	Argamassas		Inicial [g]	Conjunto Inicial [g]	Cápsula+ Anel+ Silicone+ CaCl2 [g]	T [°C]	HRe [%]	HRI [%]	Dia 3 Conjunto [g]	Dia 4 Conjunto [g]	Dia 5 Conjunto [g]	Dia 6 Conjunto [g]	Dia 7 Conjunto [g]	Dia 8 Conjunto [g]	Dia 9 Conjunto [g]
28/6/16	E1S3	1	235,816	520,207	284,391	24,6	94,5	4,0	522,672	523,494	524,197	525,370	526,297	527,125	527,952
28/6/16		2	236,703	522,135	285,432				524,295	525,015	525,879	526,821	527,457	528,229	529,001
28/6/16		3	231,485	523,737	292,252				526,145	526,948	528,052	528,934	529,861	530,771	531,680
20/5/16	E1S3	1	245,111	549,488	304,377	23,1	93,1	4,0	551,886	552,518	553,236	553,802	554,397	554,941	555,484
20/5/16		2	249,763	559,828	310,065				562,361	562,990	563,642	564,279	564,862	565,411	565,959
20/5/16		3	245,258	531,887	286,429				534,068	534,861	535,480	536,125	536,729	537,295	537,860
23/7/16	E1S3	1	251,644	515,964	264,320	24,3	93,2	4,0	518,161	519,417	519,913	520,983	521,635	522,836	523,021
23/7/16		2	246,205	528,450	282,245				530,648	531,520	532,269	533,060	533,832	534,588	535,343
23/7/16		3	252,118	537,658	285,540				539,974	541,068	541,826	542,739	543,569	544,460	545,252
4/5/16	E1S2	1	248,656	566,709	318,053	22,6	92,3	4,0	568,711	570,063	570,634	571,247	571,849	572,503	573,113
4/5/16		2	252,900	542,875	289,975				544,761	546,000	546,560	547,091	547,655	548,215	548,769
4/5/16		3	251,100	550,802	299,702				552,892	554,183	554,797	555,344	555,988	556,548	557,139
4/5/16	E1S2,5	1	221,242	567,999	346,757	22,6	92,3	4,0	569,948	571,213	571,788	572,343	572,908	573,469	574,033
4/5/16		2	252,622	564,811	312,189				566,812	568,098	568,671	569,261	569,834	570,400	570,976
4/5/16		3	252,601	552,715	300,114				554,825	556,088	556,677	557,283	557,993	558,650	559,291
4/5/16	E1S4	1	249,077	546,743	297,866	22,6	92,3	4,0	548,656	549,924	550,504	551,152	551,752	552,307	552,903
4/5/16		2	242,012	551,245	309,233				553,354	554,865	555,460	556,259	556,953	557,538	558,206
4/5/16		3	235,342	534,851	299,509				537,214	538,915	539,878	540,424	541,500	542,398	543,269
16/6/16	K1S3	1	234,617	523,394	288,777	23,9	92,3	4,0	525,631	526,376	527,092	527,764	528,484	529,220	529,930
16/6/16		2	236,394	525,477	289,083				527,882	528,684	529,418	530,127	530,878	531,636	532,387
16/6/16		3	235,938	523,904	287,966				526,083	526,809	527,508	528,178	528,908	529,615	530,322
16/6/16	B1S3	1	213,450	504,074	290,624	23,9	92,3	4,0	508,573	510,849	511,262	512,481	513,737	514,996	516,194
16/6/16		2	215,895	504,722	288,827				508,744	510,085	511,195	512,239	513,353	514,469	515,523
16/6/16		3	215,403	504,846	289,443				509,462	511,001	512,240	513,524	514,936	516,160	517,427
3/6/16	E1S3_C L5	1	241,444	523,526	282,082	22,8	94,9	4,0	528,626	527,476	528,211	528,958	529,651	530,375	531,099
3/6/16		2	232,81	535,269	302,459				538,82	539,562	540,26	540,979	541,595	542,311	543,027
3/6/16		3	234,869	534,489	299,620				537,640	538,477	539,142	539,851	540,462	541,191	541,920
3/6/16	E1S3_W F5	1	245,228	531,424	286,196	22,8	94,9	4,0	534,418	535,049	535,600	536,180	536,683	537,303	537,922
3/6/16		2	241,987	534,257	292,270				537,011	537,707	538,269	538,832	539,408	539,983	540,558
3/6/16		3	241,364	532,251	290,887				535,573	536,164	536,706	537,321	537,841	538,395	538,949
3/6/16	E1S3_ TF5	1	234,097	502,910	268,813	22,8	94,9	4,0	505,658	506,380	506,977	507,628	508,200	508,811	509,422
3/6/16		2	232,353	525,681	293,328				528,431	529,142	529,642	530,270	530,799	531,401	532,003
3/6/16		3	238,769	528,344	289,575				531,136	531,835	532,421	533,023	533,590	534,175	534,760
20/5/16	E1S3_O F10	1	237,840	559,344	321,504	23,1	93,1	4,0	562,012	562,719	563,393	564,027	564,630	565,204	565,778
20/5/16		2	240,404	552,107	311,703				554,642	555,373	556,000	556,621	557,250	557,809	558,368
20/5/16		3	237,647	533,870	296,223				536,616	537,420	538,137	538,768	539,406	540,072	540,738
20/5/16	E1S3_O F20	1	237,071	543,337	306,266	23,1	93,1	4,0	546,147	546,908	547,561	548,209	548,820	549,395	549,970
20/5/16		2	236,722	555,474	318,752				557,826	558,581	559,244	559,845	560,425	560,976	561,527
20/5/16		3	229,507	552,390	322,883				555,120	556,134	557,013	557,899	558,605	559,252	559,899

ARGAMASSAS DE TERRA PARA REBOCOS INTERIORES

DATA	Argamassas		Inicial [g]	Conjunto Inicial [g]	Cápsula+ Anel+ Silicone+ CaCl2 [g]	T [°C]	HRe [%]	HRI [%]	Dia 3 Conjunto [g]	Dia 4 Conjunto [g]	Dia 5 Conjunto [g]	Dia 6 Conjunto [g]	Dia 7 Conjunto [g]	Dia 8 Conjunto [g]	Dia 9 Conjunto [g]
3/6/16	E1S3_ TF20	1	250,380	539,160	288,780	22,8	94,9	4,0	541,922	542,636	543,308	544,209	544,821	545,600	546,378
3/6/16		2	242,106	547,476	305,370				550,261	551,092	551,676	552,270	552,851	553,500	554,148
3/6/16		3	255,357	535,538	280,181				538,901	539,731	540,359	540,875	541,589	542,141	542,693
16/6/16	E1S3_ TF40	1	240,731	532,241	291,510	23,9	92,3	4,0	535,018	535,943	536,929	537,744	538,643	539,532	540,218
16/6/16		2	236,968	522,738	285,770				525,309	526,166	526,947	527,662	528,436	529,208	529,970
16/6/16		3	243,016	517,064	274,048				519,497	520,308	521,048	521,736	522,477	523,219	523,941
16/6/16	E1S3_ TF40	1	238,445	537,554	299,109	23,9	92,3	4,0	540,079	540,921	541,686	542,398	543,149	543,913	544,648
16/6/16		2	234,423	530,115	295,692				532,855	533,768	534,550	535,300	536,080	536,874	537,652
16/6/16		3	237,124	533,074	295,950				535,753	536,646	537,411	538,136	538,918	539,685	540,440
28/6/16	E1S3_G 5	1	249,363	538,819	289,456	24,6	94,5	4,0	540,654	541,265	541,982	542,588	543,302	543,919	544,535
28/6/16		2	248,237	541,603	293,366				543,537	544,181	544,941	545,595	546,339	547,034	547,728
28/6/16		3	247,574	513,566	265,992				515,251	515,813	516,442	517,103	517,755	518,399	519,042
28/6/16	E1S3_G 10	1	239,184	526,686	287,502	24,6	94,5	4,0	528,742	529,427	530,226	530,907	531,700	532,390	533,080
28/6/16		2	241,820	533,944	292,124				535,968	536,642	537,422	538,106	538,822	539,564	540,305
28/6/16		3	241,527	514,494	272,967				516,282	516,878	517,635	518,279	519,011	519,707	520,403
28/6/16	E1S3_G 20	1	253,350	545,039	291,689	24,6	94,5	4,0	546,828	547,424	548,126	548,743	549,436	550,077	550,718
28/6/16		2	250,526	537,745	287,219				540,124	540,917	540,880	541,508	542,216	542,872	543,528
28/6/16		3	250,271	517,549	267,278				519,325	519,917	520,663	521,291	521,998	522,672	523,345
23/7/16	E1SF3_L O2	1	232,387	513,638	281,251	24,3	93,2	4,0	515,575	516,480	517,227	517,828	518,536	519,248	519,929
23/7/16		2	232,390	497,212	264,822				498,939	499,684	500,375	501,079	501,773	502,448	503,141
23/7/16		3	232,215	519,584	287,369				521,522	522,350	523,063	523,804	524,526	525,236	525,953
23/7/16	E1SF3_L O5	1	229,107	516,796	287,689	24,3	93,2	4,0	518,368	519,035	519,625	520,209	520,816	521,404	521,998
23/7/16		2	235,030	512,824	277,794				514,250	514,836	515,402	515,934	516,490	517,040	517,604
23/7/16		3	225,512	510,223	284,711				511,724	512,369	512,999	513,583	514,182	514,794	515,367
23/7/16	G1SF3	1	229,485	512,782	283,297	24,3	93,2	4,0	516,055	517,289	518,514	519,865	521,301	522,340	523,718
23/7/16		2	227,444	506,998	279,554				509,276	510,315	511,299	512,282	513,224	514,200	515,200
23/7/16		3	229,314	490,035	260,721				492,149	493,283	494,080	495,085	495,864	496,738	497,612
5/9/16	CL1SF3	1	225,367	512,584	287,217	24,0	91,2	4,0	515,587	516,397	517,329	518,251	519,216	520,019	520,841
5/9/16		2	224,933	507,402	282,469				510,427	511,219	512,141	513,033	513,990	514,789	515,589
5/9/16		3	223,655	516,526	292,871				519,858	520,813	522,260	523,225	524,389	525,458	526,880
5/9/16	NHL1SF 3	1	232,591	520,099	287,508	24,0	91,2	4,0	523,346	524,242	525,250	526,188	527,191	528,039	528,848
5/9/16		2	231,336	498,082	266,746				501,261	502,095	503,060	503,983	504,976	505,808	506,628
5/9/16		3	227,969	513,317	285,348				516,739	517,576	518,555	519,502	520,492	521,330	522,165
19/9/16	E1SF3_ CFSP	1	230,568	511,420	280,852	23,3	92,8	4,0	513,968	514,657	515,370	516,128	516,746	517,387	518,066
19/9/16		2	230,970	516,690	285,720				518,975	519,634	520,295	520,997	521,497	522,126	522,787
19/9/16		3	236,887	525,667	288,780				528,181	528,860	529,584	530,337	530,955	531,613	532,295
17/2/17	E1SC3_ PFKC	1	262,058	536,365	274,307	20,6	92,1	4,0	538,660	539,408	540,209	540,569	541,226	541,803	542,519
17/2/17		2	259,915	544,847	284,932				548,056	548,870	549,654	550,017	550,553	551,253	552,017
17/2/17		3	267,448	547,962	280,514				550,522	551,179	551,845	552,580	552,992	553,517	554,323

DATA	Argamassas		Inicial [g]	Conjunto Inicial [g]	Cápsula+ Anel+ Silicone+ CaCl2 [g]	T [°C]	HRe [%]	HRI [%]	Dia 3 Conjunto [g]	Dia 4 Conjunto [g]	Dia 5 Conjunto [g]	Dia 6 Conjunto [g]	Dia 7 Conjunto [g]	Dia 8 Conjunto [g]	Dia 9 Conjunto [g]
5/9/16	E1S2_P FG	1	271,190	534,910	263,720	24,0	91,2	4,0	537,180	537,642	538,274	538,871	539,513	540,042	540,597
5/9/16		2	261,222	553,949	292,727				556,189	556,636	557,253	557,846	558,475	559,001	559,535
5/9/16		3	270,334	561,054	290,720				563,455	563,906	564,517	565,122	565,764	566,295	566,815
19/9/16	E1S2,5 PFCL	1	275,549	563,871	288,322	23,3	92,8	4,0	566,283	566,952	567,644	568,317	568,899	569,493	570,136
19/9/16		2	278,358	567,010	288,652				569,314	569,936	570,556	571,211	571,744	572,299	572,912
19/9/16		3	275,293	536,326	261,033				539,457	540,092	540,760	541,440	542,008	542,593	543,230
19/9/16	E1S4_C FLW	1	248,128	533,876	285,748	23,3	92,8	4,0	536,354	537,064	537,770	538,522	539,133	539,771	540,466
19/9/16		2	243,918	508,314	264,396				510,799	511,534	512,290	513,078	513,730	514,401	515,136
19/9/16		3	248,676	516,897	268,221				519,258	519,917	520,624	521,311	521,920	522,537	523,222
17/2/17	E1S3_W F5_CFC W	1	235,314	511,627	276,313	20,6	92,1	4,0	513,619	514,330	515,348	515,798	516,446	517,080	517,818
17/2/17		2	227,149	505,940	278,791				507,923	508,768	509,634	510,256	510,834	511,496	512,363
17/2/17		3	244,475	524,072	279,597				525,944	526,458	527,419	527,915	528,664	529,188	530,005
19/9/16	E1S3_TF 5_CFSW	1	233,971	521,200	287,229	23,3	92,8	4,0	523,550	524,206	524,875	525,597	526,189	526,807	527,452
19/9/16		2	228,542	515,578	287,036				517,853	518,496	519,181	520,489	520,893	521,097	521,747
19/9/16		3	240,413	529,072	288,659				531,548	532,214	532,913	533,622	534,222	534,848	535,535
17/2/17	E1S3_O F10_CFL O	1	251,100	507,178	256,078	20,6	92,1	4,0	509,224	509,566	510,142	510,571	510,792	511,296	511,808
17/2/17		2	245,617	523,815	278,198				525,501	525,815	526,468	527,229	527,850	528,396	529,316
17/2/17		3	241,982	521,855	279,873				523,452	523,796	524,372	524,944	525,884	526,243	526,639
5/9/16	E1S3_ TF20_CF AP	1	260,216	545,962	285,746	24,0	91,2	4,0	547,482	547,754	548,179	548,561	548,977	549,302	549,643
5/9/16		2	250,112	515,733	265,621				517,329	517,624	518,080	518,506	518,966	519,362	519,763
5/9/16		3	248,300	532,236	283,936				534,246	534,619	535,109	535,580	536,063	536,475	536,908
17/2/17	E1S3_TF 80_CFC P	1	240,734	494,146	253,412	20,6	92,1	4,0	496,511	496,935	497,634	498,144	498,555	499,144	499,766
17/2/17		2	241,658	520,765	279,107				522,821	523,534	524,305	525,111	525,803	526,236	527,155
17/2/17		3	238,619	499,372	260,753				501,346	501,982	502,747	503,366	504,098	504,234	504,958

A. 2.2 – Ensaio de absorção de água a baixa pressão

Argamassas		ø int. (mm)		5 min.	10 min.	15 min.	30 min.	45 min.	60 min.	Rotura do Ensaio	
		ø 1 [mm]	ø 2 [mm]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Tempo [mm:ss]	Qi [ml]
E1SF3	Tubo 1	23,30	23,33	2,15	2,90	3,60	-	-	-	23:45	6,00
	Tubo 2	23,28	23,31	2,10	2,85	3,40	-	-	-	22:30	6,00
	Tubo 3	23,33	23,37	2,15	3,00	3,60	-	-	-	23:00	6,00
E1S3	Tubo 1	23,26	23,25	1,30	1,80	2,15	2,90	3,50	3,95	-	-
	Tubo 2	23,34	23,37	1,40	1,90	2,30	3,10	3,75	4,15	-	-
	Tubo 3	23,38	23,34	1,25	1,75	2,10	3,00	3,30	3,90	-	-
E1SC3	Tubo 1	23,33	23,34	2,75	3,60	4,60	-	-	-	17:00	6,00
	Tubo 2	23,30	23,29	3,70	5,45	7,20	-	-	-	16:30	8,00
	Tubo 3	23,67	23,78	4,00	6,80	8,00	-	-	-	15:00	8,00
E1S2	Tubo 1	23,36	23,33	0,40	1,00	1,35	2,15	2,75	3,20	-	-
	Tubo 2	23,38	23,43	1,30	1,75	2,10	2,90	3,45	3,95	-	-
	Tubo 3	23,30	23,33	0,40	1,00	1,40	2,60	3,25	3,85	-	-
E1S2,5	Tubo 1	23,27	23,33	0,30	0,40	0,60	1,20	1,90	2,30	-	-
	Tubo 2	23,32	23,29	0,30	0,40	0,55	1,10	1,85	2,25	-	-
	Tubo 3	23,30	23,29	0,25	0,50	0,80	1,90	2,60	3,15	-	-
E1S4	Tubo 1	23,30	23,26	1,80	2,35	2,75	3,70	4,65	5,45	-	-
	Tubo 2	23,40	23,17	1,70	2,40	2,85	3,90	4,95	5,85	-	-
	Tubo 3	24,01	23,96	1,75	2,40	2,80	3,75	4,70	5,35	-	-
K1S3	Tubo 1	23,40	23,38	2,55	3,70	4,75	7,60	-	-	36:00	8,00
	Tubo 2	23,33	23,27	3,40	5,00	6,50	-	-	-	21:20	8,00
	Tubo 3	23,35	23,30	3,40	5,25	6,80	-	-	-	21:00	8,00
B1S3	Tubo 1	23,35	23,38	0,90	1,10	1,20	1,45	1,60	1,70	-	-
	Tubo 2	23,23	23,24	1,10	1,25	1,40	1,60	1,75	1,90	-	-
	Tubo 3	23,32	23,38	0,80	1,00	1,10	1,20	1,40	1,60	-	-
E1S3_C L5	Tubo 1	23,38	23,40	1,40	2,35	3,20	5,75	8,00	10,20	-	-
	Tubo 2	24,72	24,74	1,00	3,20	4,25	7,75	10,85	13,75	-	-
	Tubo 3	23,34	23,33	1,70	2,85	3,95	6,60	9,75	12,45	-	-
E1S3_WF5	Tubo 1	23,28	23,27	1,00	1,40	1,85	2,35	2,80	3,25	-	-
	Tubo 2	23,27	23,26	1,00	1,35	1,65	2,25	2,75	3,15	-	-
	Tubo 3	23,26	23,37	0,85	1,25	1,70	2,30	2,85	3,25	-	-
E1S3_TF5	Tubo 1	23,30	23,35	1,60	2,05	2,40	3,25	3,90	4,45	-	-
	Tubo 2	23,33	23,29	1,15	1,55	1,90	2,50	3,00	3,35	-	-
	Tubo 3	23,32	23,31	1,20	1,80	2,20	2,85	3,60	4,15	-	-
E1S3_O F10	Tubo 1	23,30	23,27	1,10	1,40	1,65	2,10	2,50	2,80	-	-
	Tubo 2	24,13	24,09	0,90	1,15	1,40	1,90	2,30	2,65	-	-
	Tubo 3	23,29	23,28	1,20	1,55	1,80	2,35	2,80	3,20	-	-
E1S3_O F20	Tubo 1	23,26	23,30	0,60	0,75	0,85	1,20	1,45	1,65	-	-
	Tubo 2	23,30	23,27	0,80	1,00	1,15	1,50	1,75	1,90	-	-
	Tubo 3	23,52	23,51	0,90	1,10	1,30	1,70	2,05	2,30	-	-
E1S3_T F20	Tubo 1	2,33	23,35	1,20	1,70	2,10	2,95	3,60	4,20	-	-
	Tubo 2	23,33	23,34	1,85	2,35	2,80	3,85	4,80	5,55	-	-
	Tubo 3	24,77	24,78	1,40	1,90	2,30	3,15	3,90	4,60	-	-
E1S3_ TF40	Tubo 1	23,45	23,75	1,20	1,60	1,90	2,70	3,25	3,80	-	-
	Tubo 2	24,70	24,77	1,35	1,85	2,20	3,00	3,75	4,10	-	-
	Tubo 3	23,36	23,32	1,15	1,60	2,00	2,80	3,40	3,95	-	-
E1S3_ TF80	Tubo 1	23,48	23,51	1,15	1,60	2,00	2,80	3,40	3,95	-	-
	Tubo 2	23,31	23,26	1,30	1,80	2,10	2,90	3,50	3,90	-	-
	Tubo 3	24,09	24,12	1,15	1,50	1,80	2,75	3,40	3,90	-	-
E1S3_G 5	Tubo 1	23,32	23,35	1,10	1,70	2,10	3,20	4,10	5,10	-	-
	Tubo 2	23,30	23,27	1,00	1,70	2,10	3,40	4,65	5,50	-	-
	Tubo 3	23,33	23,34	1,05	1,60	3,10	3,40	4,55	5,55	-	-
E1S3_G 10	Tubo 1	24,10	24,11	1,35	2,30	3,35	5,90	8,25	10,60	-	-
	Tubo 2	23,30	23,31	1,70	2,60	3,55	6,30	8,85	11,25	-	-
	Tubo 3	23,09	23,14	1,15	2,05	2,80	5,10	7,40	9,60	-	-
E1S3_G 20	Tubo 1	23,32	23,38	2,10	3,80	5,35	10,20	15,05	19,80	-	-
	Tubo 2	23,82	23,78	2,15	3,85	5,50	10,40	15,40	20,55	-	-
	Tubo 3	24,22	24,21	2,10	3,75	5,30	10,10	15,00	19,80	-	-
E1SF3_LO2	Tubo 1	24,22	24,13	8,50	11,60	14,40	21,05	27,10	32,45	-	-
	Tubo 2	23,34	23,27	7,90	11,05	13,50	19,60	25,25	30,20	-	-
	Tubo 3	23,30	23,22	7,60	10,30	12,20	17,90	22,80	27,35	-	-

Argamassas		ø int. (mm)		5 min.	10 min.	15 min.	30 min.	45 min.	60 min.	Rotura do Ensaio	
		ø 1 [mm]	ø 2 [mm]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Qi [ml]	Tempo [mm:ss]	Qi [ml]
E1SF3 LO5	Tubo 1	23,37	23,30	25,00	38,30	48,80	75,90	100,80	126,00	-	-
	Tubo 2	23,32	23,27	30,50	48,00	57,90	87,80	113,80	139,30	-	-
	Tubo 3	23,30	23,29	20,50	31,90	39,90	58,70	76,50	98,70	-	-
G1SF3	Tubo 1	23,31	23,33	15,70	30,20	45,60	-	-	-	27:40	74,00
	Tubo 2	23,36	23,31	18,90	37,20	54,50	-	-	-	16:30	60,00
	Tubo 3	23,33	23,32	20,00	38,70	57,30	-	-	-	20:20	65,00
CL1SF3	Tubo 1	23,24	23,36	11,40	18,50	23,25	38,40	50,90	62,00	-	-
	Tubo 2	23,32	23,30	10,30	16,70	22,30	36,95	50,55	63,20	-	-
	Tubo 3	23,08	23,11	10,60	17,00	23,00	38,50	52,25	61,30	-	-
NHL1S F3	Tubo 1	23,31	23,37	2,70	5,05	6,80	11,50	16,30	20,55	-	-
	Tubo 2	23,56	23,73	2,60	4,70	6,60	11,90	16,70	21,10	-	-
	Tubo 3	23,38	23,44	2,60	4,55	6,20	10,60	14,55	18,15	-	-
E1SF3 CFSP	Tubo 1	23,88	23,92	0,30	0,50	0,70	1,20	1,60	1,95	-	-
	Tubo 2	23,42	23,51	0,25	0,40	0,60	1,10	1,60	1,80	-	-
	Tubo 3	24,02	23,97	0,30	0,50	0,65	1,10	1,50	1,90	-	-
E1SC3 PFKC	Tubo 1	23,87	23,91	0,15	0,25	0,30	0,55	0,80	0,90	-	-
	Tubo 2	23,98	24,02	0,15	0,25	0,35	0,55	0,75	0,95	-	-
	Tubo 3	24,08	24,03	0,20	0,25	0,30	0,40	0,60	0,80	-	-
E1S2_P FG	Tubo 1	24,02	23,96	0,60	0,95	1,30	2,15	3,00	4,00	-	-
	Tubo 2	23,29	23,37	0,80	1,15	1,60	2,50	3,40	4,25	-	-
	Tubo 3	23,26	23,37	0,80	1,35	1,80	2,95	4,20	5,35	-	-
E1S2,5 PFCL	Tubo 1	23,81	23,80	1,65	2,90	3,80	6,30	8,25	9,90	-	-
	Tubo 2	23,82	23,80	1,70	2,80	3,60	6,10	7,90	9,35	-	-
	Tubo 3	24,61	24,60	1,40	2,70	3,55	5,80	7,70	9,20	-	-
E1S4_C FLW	Tubo 1	23,90	23,87	2,25	3,45	4,50	7,15	9,75	12,30	-	-
	Tubo 2	24,10	24,07	2,50	3,40	4,10	6,40	8,20	10,10	-	-
	Tubo 3	23,09	23,12	1,85	2,85	3,60	5,25	6,60	7,80	-	-
E1S3_ WFS_C FC	Tubo 1	24,39	24,25	0,30	0,55	0,70	1,10	1,40	1,60	-	-
	Tubo 2	23,83	23,82	0,25	0,35	0,45	0,60	0,80	0,90	-	-
	Tubo 3	23,99	23,91	0,20	0,50	0,75	1,35	1,80	2,20	-	-
E1S3_T F5_CFS W	Tubo 1	23,93	23,88	1,50	2,15	2,60	3,45	4,20	5,05	-	-
	Tubo 2	24,01	23,96	0,90	1,20	1,45	2,00	2,55	2,80	-	-
	Tubo 3	23,55	23,57	0,85	1,10	1,40	1,85	2,20	2,60	-	-
E1S3_O F10_CF LO	Tubo 1	23,94	23,95	3,80	5,45	6,60	9,45	11,50	13,35	-	-
	Tubo 2	23,81	23,75	2,70	3,40	3,90	5,90	7,60	10,20	-	-
	Tubo 3	23,82	23,80	3,40	4,45	5,60	7,80	10,80	12,80	-	-
E1S3_ TF20_C FAP	Tubo 1	23,85	23,89	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	-	-
	Tubo 2	24,58	24,63	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	-	-
	Tubo 3	23,84	23,76	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	0,10	-	-
E1S3_T F80_CF CP	Tubo 1	23,87	23,85	0,10	0,20	0,25	0,35	0,50	0,60	-	-
	Tubo 2	23,94	23,99	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	-	-
	Tubo 3	23,75	24,66	0,10	0,20	0,25	0,35	0,55	0,75	-	-

A. 2.3 – Ensaio de absorção de água por capilaridade

Condições Sala		Argamassas	Seca		Cesto	0 min.	1 min.	2 min.	3 min.	4 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	60 min.	120 min.	180 min.	360 min.	1440 min.	2880 min.	4310 min.	
T	HR		Prov.	P + T + E	Húmido	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.	Conjunt.		
[°C]	[%]		[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	
20,6	55	E1S3	1	108,707	109,215	33,024	142,239	144,455	144,462	144,776	144,809	144,838	145,079	145,345	145,537	146,041	146,884	148,667	149,205	151,019	153,011	154,429	154,790
			2	110,334	110,879	32,882	143,761	146,077	146,303	146,356	146,443	146,659	146,980	147,222	147,338	147,934	148,968	150,848	151,348	153,125	155,257	156,776	157,019
			3	113,919	114,503	32,837	147,340	150,057	150,131	150,257	150,290	150,304	150,563	150,946	151,034	151,704	152,675	154,904	155,446	157,516	159,432	160,983	161,379
20,8	49	E1S3	1	119,264	119,709	32,980	152,689	154,023	154,289	154,299	154,489	154,561	154,799	154,994	155,139	155,393	155,980	156,882	157,546	159,254	162,508	163,250	163,749
			2	117,137	117,616	32,554	150,170	151,217	151,704	151,715	151,951	152,141	152,154	152,467	152,683	152,984	153,572	154,087	154,592	155,963	159,671	160,251	160,735
			3	121,961	122,474	32,787	155,261	156,387	156,406	156,539	156,580	156,680	156,864	157,036	157,185	157,330	157,815	158,408	158,960	160,519	164,088	165,046	165,599
20,6	55	E1S3	1	114,453	114,953	32,929	147,882	149,603	149,744	149,859	149,939	150,022	150,186	150,464	150,651	151,018	151,771	152,601	153,435	155,695	156,443	157,488	157,617
			2	113,837	114,494	32,716	147,210	148,732	148,859	148,882	148,971	149,136	149,316	149,426	149,582	149,935	150,573	151,399	152,116	153,971	155,440	156,382	156,542
			3	114,299	114,805	32,994	147,799	149,281	149,537	149,571	149,613	149,753	150,015	150,260	150,453	150,712	151,537	152,503	153,174	155,280	156,460	157,533	157,700
20,8	52	E1S2	1	122,730	123,194	33,169	156,363	156,543	156,720	157,238	157,263	157,317	157,523	157,741	158,444	158,580	158,936	159,518	160,408	162,299	166,642	167,307	168,499
			2	122,438	122,955	32,522	155,477	156,836	157,468	157,562	157,692	157,857	157,774	158,048	158,677	158,923	159,346	160,044	160,644	162,709	166,659	167,054	166,704
			3	124,927	125,386	33,035	158,421	158,950	159,330	159,723	160,224	160,284	160,540	160,882	160,994	161,642	161,824	162,548	163,294	165,151	169,260	170,111	170,437
20,8	52	E1S2,5	1	122,030	122,501	32,484	154,985	156,623	156,971	157,071	157,117	157,172	157,401	157,474	157,712	157,773	158,201	158,973	159,624	161,358	165,268	165,914	166,200
			2	124,192	124,650	32,617	157,267	158,802	159,010	159,120	159,209	159,412	159,610	159,666	159,881	159,917	160,375	161,082	161,595	163,465	167,176	167,875	168,154
			3	120,882	121,219	32,541	153,760	155,265	155,473	155,585	155,772	155,783	156,069	156,235	156,438	157,739	157,205	158,144	158,848	160,553	164,721	164,394	164,591
20,8	52	E1S4	1	117,144	117,629	32,406	150,035	152,234	152,314	152,416	152,683	152,756	152,962	153,278	153,319	153,808	154,723	155,518	156,322	158,260	160,336	160,557	160,778
			2	111,064	111,510	32,459	143,969	145,985	146,283	146,558	146,660	146,787	146,944	147,233	147,452	147,823	148,746	149,732	150,986	152,171	153,383	153,957	154,165
			3	108,044	108,464	32,441	140,905	143,069	143,357	143,609	143,834	143,969	144,317	144,488	144,738	145,043	145,843	146,635	147,161	148,782	150,213	150,884	151,007
20,6	55	K1S3	1	100,414	100,903	34,183	135,086	137,094	137,417	137,641	137,795	137,918	138,562	138,920	139,251	139,909	141,591	143,006	143,879	143,903	144,140	144,640	144,912
			2	107,755	108,235	32,453	140,688	143,036	143,235	143,503	143,813	143,859	144,244	144,396	144,841	145,326	146,701	148,243	149,317	150,163	150,683	151,368	151,631
			3	109,841	110,331	33,206	143,537	145,559	146,101	146,271	146,459	146,694	147,058	147,434	147,684	148,239	149,565	151,154	152,326	153,047	153,715	154,122	154,466
20,6	55	B1S3	1	106,802	107,059	33,379	140,438	145,712	146,592	147,527	148,247	149,051	151,558	153,258	153,587	153,797	154,100	154,264	154,511	154,508	155,697	156,586	156,599
			2	106,767	107,204	32,684	139,886	145,750	147,237	148,121	149,306	150,128	152,685	153,796	154,053	154,543	154,437	154,665	154,748	154,823	155,926	156,846	156,888
			3	107,458	107,942	33,012	140,954	146,763	147,863	149,087	150,420	151,292	154,406	154,835	155,069	155,125	155,370	155,548	155,782	155,828	156,865	157,846	157,879
20,8	49	E1S3_W F5	1	117,968	118,466	32,282	150,746	152,909	152,980	152,984	153,024	153,161	153,615	153,711	153,846	154,005	154,413	155,375	155,398	157,042	161,303	162,151	162,649
			2	114,898	115,406	32,020	147,426	150,081	150,096	150,291	150,430	150,501	150,679	150,837	151,145	151,371	152,248	153,214	153,486	155,415	158,446	159,030	159,289
			3	116,154	116,684	32,375	149,059	151,187	151,214	151,315	151,363	151,520	151,972	152,132	152,362	152,613	153,109	154,142	154,257	155,780	159,623	160,325	160,579
21,1	52	E1S3_TF5	1	117,419	117,945	32,372	150,317	152,723	152,759	152,931	153,155	153,222	153,443	153,624	154,026	154,265	154,469	155,736	156,198	157,533	160,291	160,737	161,026
			2	117,830	118,324	31,032	149,356	151,755	151,962	152,066	152,104	152,132	152,256	152,659	152,838	153,050	153,620	154,540	155,172	156,494	158,760	159,398	159,740
			3	120,606	121,072	32,251	153,323	156,115	156,195	156,357	156,380	156,560	156,868	156,917	157,259	157,492	158,125	159,117	159,632	160,950	163,447	163,993	164,340
20,2	54	E1S3_C L5	1	107,210	107,693	33,530	141,223	144,367	145,158	145,710	146,126	146,635	148,451	149,487	150,444	150,657	150,722	150,729	150,808	151,024	151,367	152,278	152,368
			2	107,784	108,263	33,091	141,354	145,106	145,605	146,174	146,634	147,014	148,340	149,209	150,221	151,044	151,153	151,242	151,355	151,818	152,053	152,508	152,874
			3	110,619	111,149	33,537	144,686	149,008	149,502	149,941	150,346	150,706	152,168	153,317	154,012	155,026	155,229	155,304	155,465	155,841	155,998	156,382	156,657
20,8	49	E1S3_O F10	1	111,874	112,406	31,233	143,639	144,580	145,509	145,914	146,117	146,324	146,745	147,103	147,341	147,754	148,706	149,862	151,291	154,202	157,192	158,024	158,987
			2	108,896	109,160	32,385	141,545	141,995	142,945	143,123	143,077	143,261	143,497	143,714	143,873	144,217	144,835	145,740	146,591	148,753	153,669	154,841	155,938
			3	110,953	111,415	32,419	143,834	144,636	145,051	145,298	145,368	145,560	145,815	146,081	146,221	146,528	147,183	148,104	149,180	151,403	155,698	156,647	157,548
20,8	49	E1S3_O F20	1	109,468	109,943	32,282	142,225	142,445	143,303	143,468	143,466	143,572	143,940	144,050	144,205	144,416	145,050	146,073	146,739	149,431	155,438	157,072	158,319
			2	106,808	107,275	30,962	138,237	139,912	140,758	140,901	141,028	141,121	141,447	141,765	141,958	142,270	143,132	144,405	145,770	149,145	153,730	154,216	155,029
			3	107,994	108,454	30,949	139,403	139,469	139,615	140,196	140,612	140,928	141,418	141,671	141,816	142,116	142,831	144,151	145,090	148,047	153,095	154,597	155,652

Condição	T [°C]	HR [%]	Argamassas	Seca		Cesto Húmido [g]	0 min. Conjunt [g]	1 min. Conjunt [g]	2 min. Conjunt [g]	3 min. Conjunt [g]	4 min. Conjunt [g]	5 min. Conjunt [g]	10 min. Conjunt [g]	15 min. Conjunt [g]	20 min. Conjunt [g]	30 min. Conjunt [g]	60 min. Conjunt [g]	120 min. Conjunt [g]	180 min. Conjunt [g]	360 min. Conjunt [g]	1440 Conjunt [g]	2880 Conjunt [g]	4310 Conjunt [g]	
				Prov. [g]	P + T + E [g]																			
21,1	52	E1S3	TF20	1	118.810	119.277	32.497	151.774	154.243	154.383	154.615	154.668	154.692	154.958	155.051	155.253	155.357	155.860	156.543	157.068	158.383	161.455	162.146	162.414
				2	118.107	118.582	31.883	150.465	153.549	153.854	153.865	153.904	153.973	154.157	154.256	154.429	154.650	155.153	155.954	156.481	157.744	160.572	161.171	161.538
				3	118.766	119.240	32.436	151.676	154.097	154.362	154.502	154.505	154.651	154.901	155.007	155.148	155.370	155.929	156.634	157.277	158.626	161.436	162.167	162.410
21,1	52	E1S3	TF40	1	115.556	116.043	32.138	148.181	150.701	150.856	150.897	151.083	151.175	151.477	151.695	152.040	152.254	152.931	154.154	154.890	156.534	158.911	159.318	159.688
				2	115.512	115.999	32.216	148.215	150.951	151.055	151.312	151.322	151.524	151.826	152.017	152.229	152.550	153.383	154.480	155.366	157.149	159.341	159.772	160.208
				3	117.626	118.058	32.438	150.496	152.533	152.904	152.912	153.154	153.185	153.446	153.549	153.801	154.113	154.802	155.735	156.404	158.044	161.312	161.882	162.308
21,1	52	E1S3	TF80	1	109.958	110.453	32.193	142.646	145.793	145.975	146.051	146.236	146.363	146.883	147.077	147.143	147.324	148.050	149.133	149.971	151.834	154.250	154.488	154.931
				2	111.982	111.982	32.498	144.480	147.563	147.723	147.808	147.997	148.038	148.448	148.533	148.813	149.017	149.793	150.764	151.500	153.318	156.249	156.558	156.249
				3	113.458	113.905	32.205	146.110	149.318	149.586	149.815	149.833	149.925	150.355	150.500	150.772	151.118	152.016	153.079	154.040	156.110	158.685	158.920	158.685
20,2	54	E1S3	5	1	119.344	119.787	32.676	152.463	153.827	154.036	154.052	154.114	154.233	154.703	154.913	155.183	155.830	156.832	158.128	159.198	161.223	162.545	163.324	163.167
				2	118.055	118.523	32.695	151.218	152.890	153.068	153.131	153.214	153.316	153.693	153.956	154.206	154.691	155.558	157.048	158.189	160.228	161.325	162.154	162.594
				3	118.981	119.421	32.917	152.338	153.856	154.063	154.275	154.378	154.454	154.742	155.098	155.367	156.104	156.993	158.301	159.329	161.076	162.212	163.087	163.465
20,2	54	E1S3	10	1	122.099	122.474	33.241	155.715	156.465	156.724	156.798	157.194	157.458	158.225	158.386	158.697	159.365	160.881	163.492	165.145	167.174	169.077	169.575	169.624
				2	121.834	122.201	33.728	155.929	157.156	157.691	157.834	158.046	158.077	158.843	159.333	159.838	160.429	162.190	165.014	166.697	167.870	169.323	169.843	169.986
				3	121.266	121.650	32.844	154.494	156.257	156.369	156.414	156.636	156.575	157.354	157.938	158.353	159.088	160.993	163.910	165.714	166.918	168.408	168.913	169.013
20,2	54	E1S3	20	1	115.785	116.154	32.476	148.630	150.008	150.252	150.895	150.933	151.183	152.204	152.694	153.276	154.730	156.996	160.472	161.894	162.348	163.273	163.967	164.249
				2	116.476	116.831	32.695	149.526	151.196	151.445	152.026	152.221	152.279	153.428	154.134	154.751	156.098	158.601	160.907	162.987	163.474	164.179	165.049	165.315
				3	118.098	118.454	32.786	151.240	153.006	153.476	153.839	154.151	154.400	155.251	156.049	156.813	158.036	160.712	164.822	165.054	165.299	166.100	166.885	167.129
20,0	49	E1SF3	LO2	1	111.924	112.331	33.503	145.834	148.176	148.405	148.548	148.682	148.791	149.152	149.390	149.645	149.985	150.796	151.845	152.755	154.292	154.644	155.022	155.556
				2	112.424	112.827	31.743	144.570	147.205	147.581	147.891	148.002	148.121	148.589	148.948	149.047	149.476	150.172	151.019	151.979	153.297	153.514	153.877	154.039
				3	113.832	114.223	33.402	147.625	150.481	150.833	151.106	151.322	151.278	151.849	152.129	152.326	152.727	153.705	155.054	155.917	156.433	156.921	157.396	157.645
20,0	49	E1SF3	LO5	1	110.622	111.161	33.125	144.286	145.008	146.179	146.781	147.291	147.503	148.023	148.787	148.921	149.267	150.093	151.133	151.791	152.656	153.457	153.828	154.177
				2	113.876	114.412	32.981	147.393	148.533	149.330	150.328	151.045	151.368	152.206	152.736	153.031	153.483	154.104	155.153	155.612	156.182	157.194	158.121	158.461
				3	112.318	112.898	33.346	146.244	147.248	148.229	148.790	149.132	149.517	150.262	150.643	150.971	151.253	152.017	153.030	153.737	154.459	155.707	156.501	157.009
20,6	56	G1SF3		1	109.961	110.437	32.304	142.741	143.037	147.966	150.130	151.754	153.203	158.235	158.567	158.727	158.747	158.835	158.848	159.157	159.373	159.431	160.023	160.614
				2	110.751	111.253	31.994	143.247	143.458	144.583	146.711	148.980	150.850	157.780	159.277	159.362	159.429	159.481	159.690	159.853	159.981	160.147	160.874	161.601
				3	107.905	108.448	31.759	140.207	140.307	140.552	140.910	142.048	143.929	153.556	156.112	156.182	156.156	156.164	156.259	156.531	156.691	156.862	157.516	158.169
20,6	56	CL1SF3		1	107.834	108.291	32.596	140.887	142.749	144.714	145.704	146.666	147.133	149.681	151.263	151.878	151.925	152.104	152.557	152.612	152.638	152.701	153.037	153.373
				2	111.183	111.644	32.381	144.025	146.730	148.254	149.102	149.909	150.361	153.044	154.718	155.320	155.447	155.676	156.089	156.102	156.151	156.200	156.479	156.757
				3	105.189	105.602	32.347	137.949	138.389	141.365	142.612	143.346	144.000	146.457	148.184	148.872	149.219	149.411	149.587	149.676	149.696	149.757	150.104	150.451
20,6	56	NHL1.S	F3	1	113.141	113.578	32.822	146.400	148.575	150.638	151.633	152.601	153.470	156.970	158.883	159.029	159.378	159.492	159.975	160.228	160.246	159.726	160.163	160.600
				2	110.546	111.010	32.093	143.103	143.356	144.154	145.581	147.407	148.586	152.943	155.384	155.888	156.238	156.409	156.663	156.792	156.923	157.001	157.239	157.477
				3	114.480	114.973	32.033	147.006	147.401	150.010	151.047	152.064	152.941	156.467	158.600	159.067	159.167	159.271	159.480	159.574	159.647	159.680	159.934	160.187

A. 2.4 – Ensaio de secagem

Data Início	Argamassas		Seca			Húmida			00:00 h			00:10 h			00:20 h		
			Prov.	P + T + E	Caixa Petri	Cesto	P Capilar	Conjunto	Proveta	Data	T	HR	Conjunto	Proveta	Data	T	HR
			[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]		[°C]	[%]	[g]	[g]		[°C]	[%]
9/3/17	E18F3	1	108.707	109.215	6.466	32.838	154.790	128.418	121.444	9/3/17	19,4	54	128.368	121.394	9/3/17	19,4	54
		2	110.334	110.879	6.462	32.400	157.019	131.081	124.074				131.039	124.032			
		3	113.919	114.503	6.471	32.827	161.379	135.023	127.968				134.994	127.936			
6/3/17	E183	1	119.264	119.709	6.962	32.919	163.749	137.492	130.385	6/3/17	20,6	55	137.448	130.341	6/3/17	20,6	55
		2	117.137	117.616	6.664	32.385	160.735	135.014	127.871				134.977	127.834			
		3	121.981	122.474	6.616	32.818	165.599	139.397	132.268				139.351	132.242			
9/3/17	E18C3	1	114.453	114.953	6.664	32.301	157.817	131.980	124.816	9/3/17	19,4	54	131.944	124.780	9/3/17	19,4	54
		2	113.837	114.494	6.614	32.119	156.542	131.037	123.796				131.002	123.731			
		3	114.299	114.805	6.667	32.575	157.700	131.792	124.619				131.752	124.579			
28/2/17	E182	1	122.730	123.194	6.914	33.169	168.499	142.244	134.866	28/2/17	21,1	51	141.797	134.419	28/2/17	21,1	51
		2	122.438	122.955	6.757	32.522	166.704	140.939	133.665				140.863	133.589			
		3	124.927	125.386	6.747	33.035	170.437	144.149	136.943				144.014	136.808			
28/2/17	E182,5	1	122.030	122.501	6.493	32.484	166.200	140.209	133.245	28/2/17	21,1	51	140.037	133.073	28/2/17	21,1	51
		2	124.192	124.650	6.505	32.617	168.154	142.042	135.079				141.962	134.999			
		3	120.682	121.219	6.470	32.541	164.591	138.520	131.513				138.313	131.306			
28/2/17	E184	1	117.144	117.629	6.665	32.406	160.778	135.038	127.887	28/2/17	21,1	51	134.871	127.820	28/2/17	21,1	51
		2	111.064	111.510	6.671	32.459	154.165	128.377	121.260				128.299	121.182			
		3	108.044	108.464	6.924	32.441	151.007	125.490	118.146				125.416	118.072			
9/3/17	K183	1	100.414	100.903	6.466	33.401	144.912	117.977	111.022	9/3/17	19,4	54	117.916	110.961	9/3/17	19,4	54
		2	107.755	108.235	6.461	32.326	151.631	125.796	118.825				125.703	118.762			
		3	109.841	110.331	6.463	33.209	154.466	127.720	120.767				127.664	120.711			
9/3/17	B183	1	106.602	107.056	6.622	32.631	156.599	130.590	123.511	9/3/17	19,4	54	130.368	123.289	9/3/17	19,4	54
		2	106.767	107.204	6.614	32.381	156.888	131.121	124.070				130.948	123.897			
		3	107.458	107.942	6.667	32.560	157.879	131.986	124.835				131.942	124.791			
16/3/17	E182_CL 5	1	107.210	107.693	6.438	31.989	152.368	126.817	119.896	16/3/17	20,0	49	126.705	119.784	16/3/17	20,0	49
		2	107.784	108.263	6.502	32.192	152.874	127.184	120.203				127.087	120.106			
		3	110.619	111.149	6.470	32.528	156.657	130.599	123.596				130.519	123.519			
6/3/17	E183_WF 5	1	117.968	118.466	6.461	32.629	162.649	136.481	129.522	6/3/17	20,6	55	136.434	129.475	6/3/17	20,6	55
		2	114.898	115.406	6.459	32.625	159.289	133.123	126.156				133.084	126.117			
		3	116.154	116.684	6.463	32.609	160.579	134.433	127.440				134.405	127.412			
3/3/17	E183_TFS	1	117.419	117.945	6.464	32.372	161.026	135.118	128.128	3/3/17	20,6	49	135.088	128.098	3/3/17	20,6	49
		2	117.830	118.324	6.466	31.032	159.740	135.174	128.214				135.113	128.153			
		3	120.606	121.072	6.461	32.251	164.340	138.550	131.623				138.326	131.399			
6/3/17	E182_OF 10	1	111.874	112.408	6.466	32.480	158.987	132.972	125.975	6/3/17	20,6	55	132.924	125.927	6/3/17	20,6	55
		2	108.696	109.160	6.471	32.477	155.938	129.932	122.997				129.873	122.938			
		3	110.953	111.415	6.462	32.583	157.548	131.427	124.503				131.386	124.462			

Data Início	Argamassas		Seca			Húmida		Conjunto		00:00 h			Conjunto		00:10 h			Conjunto		00:20 h		
			Prov. [g]	P + T + E [g]	Caixa Petri [g]	Cesto [g]	P Capilar [g]	[g]	Provete [g]	Data	T [°C]	HR [%]	[g]	Provete [g]	Data	T [°C]	HR [%]	[g]	Provete [g]	Data	T [°C]	HR [%]
6/3/17	E1S3_OF 20	1	109,466	109,943	6,613	32,499	158,319	132,433	125,345	6/3/17	20,6	55	132,359	125,271	6/3/17	20,6	55	132,308	125,220	6/3/17	20,6	55
		2	106,808	107,275	6,659	31,087	155,029	130,801	123,475				130,570	123,444				130,522	123,396			
		3	107,994	108,454	6,614	32,795	155,652	129,471	122,397				129,415	122,341				129,368	122,294			
3/3/17	E1S3_TF20	1	118,810	119,277	6,617	32,497	162,414	136,534	129,450	3/3/17	20,8	49	136,259	129,175	3/3/17	20,8	49	136,187	129,103	3/3/17	20,8	49
		2	118,107	118,582	6,666	31,883	161,536	136,321	129,180				135,884	128,743				135,805	128,664			
		3	118,786	119,240	6,660	32,436	162,410	136,634	129,500				136,511	129,377				136,440	129,306			
3/3/17	E1S3_TF40	1	115,556	116,043	6,661	32,138	159,688	134,211	127,063	3/3/17	20,8	49	134,002	126,854	3/3/17	20,8	49	133,938	126,790	3/3/17	20,8	49
		2	115,512	115,999	6,610	32,216	160,206	134,802	127,505				134,352	127,255				134,299	127,202			
		3	117,626	118,058	6,615	32,438	162,308	136,485	129,438				136,378	129,331				136,330	129,283			
3/3/17	E1S3_TF80	1	109,958	110,453	6,471	32,243	154,931	129,159	122,193	3/3/17	20,8	49	129,011	122,045	3/3/17	20,8	49	128,978	122,012	3/3/17	20,8	49
		2	111,508	111,982	6,472	32,358	156,249	130,363	123,417				130,318	123,372				130,295	123,349			
		3	113,458	113,905	6,462	32,205	158,685	132,942	126,033				132,717	125,808				132,683	125,774			
16/3/17	E1S3_O5	1	119,344	119,787	6,501	31,276	163,167	138,392	131,448	16/3/17	20,0	49	138,226	131,282	16/3/17	20,0	49	138,161	131,217	16/3/17	20,0	49
		2	118,055	118,523	6,442	32,074	162,594	136,982	130,052				136,887	129,977				136,833	129,923			
		3	118,981	119,421	6,441	31,992	163,485	137,914	131,033				137,841	130,960				137,771	130,890			
16/3/17	E1S3_O1	1	122,099	122,474	6,744	31,985	169,624	144,383	137,264	16/3/17	20,0	49	144,085	136,966	16/3/17	20,0	49	144,021	136,902	16/3/17	20,0	49
		2	121,834	122,201	6,817	32,391	169,986	144,412	137,228				144,362	137,178				144,287	137,103			
		3	121,266	121,650	6,974	31,914	169,013	144,073	136,715				144,009	136,651				143,954	136,596			
16/3/17	E1S3_O2	1	115,785	116,154	6,460	31,771	164,249	138,938	132,109	16/3/17	20,0	49	138,859	132,030	16/3/17	20,0	49	138,796	131,967	16/3/17	20,0	49
		2	116,476	116,831	6,437	32,175	165,315	139,577	132,785				139,511	132,719				139,447	132,655			
		3	118,098	118,454	6,502	32,294	167,129	141,337	134,479				141,280	134,422				141,208	134,350			
12/3/17	E1S3_L_O2	1	111,924	112,331	6,480	32,623	155,556	129,413	122,526	12/3/17	21,0	53	129,333	122,446	12/3/17	21,0	53	129,299	122,412	12/3/17	21,0	53
		2	112,424	112,827	6,471	30,372	154,039	130,138	123,264				129,787	122,913				129,750	122,876			
		3	113,832	114,223	6,468	32,455	157,645	131,658	124,799				131,628	124,769				131,588	124,729			
12/3/17	E1S3_L_O5	1	110,622	111,161	6,609	32,167	154,177	128,619	121,471	12/3/17	21,0	53	128,554	121,406	12/3/17	21,0	53	128,495	121,347	12/3/17	21,0	53
		2	113,876	114,412	6,657	32,457	158,481	132,681	125,468				132,581	125,388				132,544	125,351			
		3	112,318	112,898	6,978	32,867	157,009	131,120	123,562				131,058	123,500				131,006	123,448			
8/5/17	G1S3	1	109,961	110,437	6,821	32,372	160,614	135,063	127,766	8/5/17	19,3	55	134,901	127,604	8/5/17	19,3	55	134,848	127,551	8/5/17	19,3	55
		2	110,751	111,253	6,501	32,989	161,601	135,733	128,730				135,658	128,655				135,614	128,611			
		3	107,805	108,448	6,504	32,005	158,169	132,666	125,621				132,629	125,582				132,590	125,543			
8/5/17	CL1S3	1	107,834	108,291	6,744	32,129	153,373	127,988	120,787	8/5/17	19,3	55	127,835	120,634	8/5/17	19,3	55	127,781	120,580	8/5/17	19,3	55
		2	111,183	111,644	6,616	32,237	156,757	131,136	124,059				130,955	123,878				130,910	123,833			
		3	105,189	105,602	6,664	32,247	150,451	124,868	117,791				124,669	117,592				124,628	117,551			
8/5/17	NH1S3	1	113,141	113,578	7,086	32,953	160,600	134,733	127,210	8/5/17	19,3	55	134,659	127,136	8/5/17	19,3	55	134,604	127,081	8/5/17	19,3	55
		2	110,546	111,010	6,662	32,270	157,477	131,869	124,743				131,806	124,680				131,759	124,633			
		3	114,480	114,973	7,100	30,824	160,187	136,463	128,870				136,403	128,810				136,350	128,757			

ARGAMASSAS DE TERRA PARA REBOCOS INTERIORES

Argamassas		00:30 h					00:40 h					00:50 h					1 h.				
		Conjunto	Provete	Data	T	HR	Conjunto	Provete	Data	T	HR	Conjunto	Provete	Data	T	HR	Conjunto	Provete	Data	T	HR
		[g]	[g]		[°C]	(%)	[g]	[g]		[°C]	(%)	[g]	[g]		[°C]	(%)	[g]	[g]		[°C]	(%)
E1SF3	1	128,281	121,307	9/3/17	19,4	54	128,238	121,264	9/3/17	19,4	54	128,207	121,233	9/3/17	19,4	54	128,174	121,200	9/3/17	19,4	54
	2	130,949	123,942				130,908	123,901				130,875	123,868				130,838	123,831			
	3	134,907	127,852				134,865	127,810				134,829	127,774				134,793	127,738			
E1S3	1	137,343	130,236	6/3/17	20,6	55	137,287	130,180	6/3/17	20,6	55	137,242	130,135	6/3/17	20,6	55	137,193	130,086	6/3/17	20,6	55
	2	134,886	127,743				134,830	127,687				134,794	127,651				134,750	127,607			
	3	139,276	132,167				139,226	132,117				139,184	132,075				139,148	132,039			
E1SC3	1	131,859	124,895	9/3/17	19,4	54	131,817	124,853	9/3/17	19,4	54	131,787	124,823	9/3/17	19,4	54	131,753	124,589	9/3/17	19,4	54
	2	130,919	123,648				130,883	123,612				130,851	123,580				130,817	123,546			
	3	131,677	124,504				131,638	124,465				131,604	124,431				131,566	124,393			
E1S2	1	141,701	134,323	28/2/17	21,1	51	141,627	134,249	28/2/17	21,1	51	141,574	134,196	28/2/17	21,1	51	141,520	134,142	28/2/17	21,1	51
	2	140,751	133,477				140,679	133,405				140,632	133,358				140,575	133,301			
	3	143,895	136,689				143,823	136,617				143,765	136,559				143,701	136,495			
E1S2.5	1	139,935	132,971	28/2/17	21,1	51	139,881	132,917	28/2/17	21,1	51	139,821	132,857	28/2/17	21,1	51	139,771	132,807	28/2/17	21,1	51
	2	141,860	134,897				141,797	134,834				141,755	134,792				141,700	134,737			
	3	138,205	131,198				138,144	131,137				138,101	131,094				138,043	131,036			
E1S4	1	134,867	127,716	28/2/17	21,1	51	134,818	127,667	28/2/17	21,1	51	134,764	127,613	28/2/17	21,1	51	134,702	127,551	28/2/17	21,1	51
	2	128,187	121,070				128,138	121,021				128,071	120,954				128,019	120,902			
	3	125,301	117,957				125,245	117,901				125,177	117,833				125,111	117,767			
K1S3	1	117,828	110,873	9/3/17	19,4	54	117,780	110,825	9/3/17	19,4	54	117,743	110,788	9/3/17	19,4	54	117,711	110,756	9/3/17	19,4	54
	2	125,622	118,681				125,579	118,638				125,548	118,607				125,513	118,572			
	3	127,573	120,620				127,526	120,573				127,488	120,535				127,455	120,502			
B1S3	1	130,280	123,201	9/3/17	19,4	54	130,223	123,144	9/3/17	19,4	54	130,189	123,110	9/3/17	19,4	54	130,144	123,065	9/3/17	19,4	54
	2	130,860	123,809				130,804	123,753				130,771	123,720				130,729	123,678			
	3	131,848	124,697				131,791	124,640				131,757	124,605				131,719	124,568			
E1S3_CL 5	1	126,581	119,660	16/3/17	20,0	49	126,509	119,588	16/3/17	20,0	49	126,461	119,540	16/3/17	20,0	49	126,395	119,474	16/3/17	20,0	49
	2	126,952	119,971				126,882	119,901				126,828	119,847				126,758	119,777			
	3	130,391	123,391				130,321	123,321				130,265	123,265				130,203	123,203			
E1S3_WF 5	1	136,342	129,383	6/3/17	20,6	55	136,289	129,330	6/3/17	20,6	55	136,245	129,286	6/3/17	20,6	55	136,203	129,244	6/3/17	20,6	55
	2	132,997	126,030				132,948	125,981				132,908	125,941				132,867	125,900			
	3	134,319	127,326				134,271	127,278				134,225	127,232				134,195	127,202			
E1S3_TF5	1	134,984	127,994	3/3/17	20,8	49	134,915	127,925	3/3/17	20,8	49	134,847	127,857	3/3/17	20,8	49	134,791	127,801	3/3/17	20,8	49
	2	135,004	128,044				134,944	127,984				134,870	127,910				134,820	127,860			
	3	138,193	131,266				138,126	131,199				138,051	131,124				138,002	131,075			
E1S3_OF 10	1	132,839	125,842	6/3/17	20,6	55	132,804	125,807	6/3/17	20,6	55	132,770	125,773	6/3/17	20,6	55	132,730	125,733	6/3/17	20,6	55
	2	129,783	122,848				129,735	122,800				129,701	122,766				129,657	122,722			
	3	131,284	124,360				131,252	124,328				131,212	124,288				131,176	124,252			

Argamassas		00:30 h					00:40 h					00:50 h					1 h.				
		Conjunto	Proveito	Data	T	HR	Conjunto	Proveito	Data	T	HR	Conjunto	Proveito	Data	T	HR	Conjunto	Proveito	Data	T	HR
		[g]	[g]		[°C]	[%]	[g]	[g]		[°C]	[%]	[g]	[g]		[°C]	[%]	[g]	[g]		[°C]	[%]
E1S3 OF 20	1	132,262	125,174	6/3/17	20,6	55	132,214	125,126	6/3/17	20,6	55	132,172	125,084	6/3/17	20,6	55	132,118	125,030	6/3/17	20,6	55
	2	130,482	123,356				130,437	123,311				130,389	123,263				130,327	123,201			
	3	129,334	122,260				129,303	122,229				129,244	122,170				129,184	122,110			
E1S3 TF20	1	136,129	129,045	3/3/17	20,8	49	136,111	129,027	3/3/17	20,8	49	136,067	128,983	3/3/17	20,8	49	136,040	128,956	3/3/17	20,8	49
	2	135,770	128,629				135,722	128,581				135,676	128,535				135,624	128,483			
	3	136,384	129,250				136,362	129,228				136,307	129,173				136,282	129,148			
E1S3 TF40	1	133,889	126,741	3/3/17	20,8	49	133,851	126,703	3/3/17	20,8	49	133,808	126,660	3/3/17	20,8	49	133,778	126,630	3/3/17	20,8	49
	2	134,249	127,152				134,211	127,114				134,166	127,069				134,135	127,038			
	3	136,280	129,233				136,242	129,195				136,167	129,120				136,167	129,120			
E1S3 TF80	1	128,935	121,969	3/3/17	20,8	49	128,894	121,928	3/3/17	20,8	49	128,803	121,837	3/3/17	20,8	49	128,803	121,837	3/3/17	20,8	49
	2	130,252	123,306				130,213	123,267				130,192	123,246				130,136	123,190			
	3	132,630	125,721				132,578	125,669				132,548	125,639				132,486	125,577			
E1S3 G5	1	138,094	131,150	16/3/17	20,0	49	138,021	131,077	16/3/17	20,0	49	137,964	131,020	16/3/17	20,0	49	137,405	130,461	16/3/17	20,0	49
	2	136,774	129,864				136,711	129,801				136,656	129,746				136,605	129,695			
	3	137,711	130,830				137,643	130,762				137,582	130,701				137,523	130,642			
E1S3 G10	1	143,946	136,827	16/3/17	20,0	49	143,884	136,765	16/3/17	20,0	49	143,821	136,702	16/3/17	20,0	49	143,751	136,632	16/3/17	20,0	49
	2	144,203	137,019				144,135	136,951				144,067	136,883				143,989	136,805			
	3	143,885	136,527				143,832	136,474				143,776	136,418				143,708	136,350			
E1S3 G20	1	138,726	131,897	16/3/17	20,0	49	138,664	131,835	16/3/17	20,0	49	138,610	131,781	16/3/17	20,0	49	138,551	131,722	16/3/17	20,0	49
	2	139,378	132,586				139,324	132,532				139,268	132,476				139,212	132,420			
	3	141,127	134,269				141,069	134,211				141,009	134,151				140,938	134,080			
E1SF3 L O2	1	129,248	122,361	12/3/17	21,0	53	129,204	122,317	12/3/17	21,0	53	129,155	122,268	12/3/17	21,0	53	129,122	122,235	12/3/17	21,0	53
	2	129,712	122,838				129,664	122,790				129,605	122,731				129,577	122,703			
	3	131,543	124,684				131,502	124,643				131,456	124,597				131,416	124,557			
E1SF3 L O5	1	128,437	121,289	12/3/17	21,0	53	128,406	121,258	12/3/17	21,0	53	128,376	121,228	12/3/17	21,0	53	128,338	121,190	12/3/17	21,0	53
	2	132,506	125,313				132,481	125,288				132,452	125,259				132,428	125,235			
	3	130,964	123,406				130,939	123,381				130,909	123,351				130,872	123,314			
G1SF3	1	134,789	127,492	8/5/17	19,3	55	134,727	127,430	8/5/17	19,3	55	134,676	127,379	8/5/17	19,3	55	134,629	127,332	8/5/17	19,3	55
	2	135,558	128,555				135,502	128,499				135,453	128,450				135,414	128,411			
	3	132,543	125,496				132,497	125,450				132,454	125,407				132,421	125,374			
CL1SF3	1	127,719	120,518	8/5/17	19,3	55	127,669	120,468	8/5/17	19,3	55	127,607	120,406	8/5/17	19,3	55	127,562	120,361	8/5/17	19,3	55
	2	130,850	123,773				130,798	123,721				130,745	123,668				130,711	123,634			
	3	124,580	117,503				124,537	117,460				124,495	117,418				124,462	117,385			
NHL1SF3	1	134,541	127,018	8/5/17	19,3	55	134,483	126,960	8/5/17	19,3	55	134,432	126,909	8/5/17	19,3	55	134,381	126,858	8/5/17	19,3	55
	2	131,695	124,569				131,641	124,515				131,600	124,474				131,560	124,434			
	3	136,291	128,698				136,242	128,649				136,196	128,603				136,150	128,557			

ARGAMASSAS DE TERRA PARA REBOCOS INTERIORES

Argamassas		2 h.					3 h.					6 h.					24 h.				
		Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]
E15F3	1	127,957	120,983	9/3/17	19,4	54	127,767	120,793	9/3/17	19,4	54	127,097	120,123	9/3/17	19,4	54	123,459	116,485	10/3/17	20,0	55
	2	130,624	123,617				130,431	123,424				129,790	122,783				125,813	118,806			
	3	134,564	127,509				134,368	127,313				133,701	126,646				129,324	122,269			
E15J	1	136,850	129,743	6/3/17	20,6	55	136,623	129,516	6/3/17	20,6	55	135,893	128,786	6/3/17	20,6	55	132,168	125,061	7/3/17	19,3	53
	2	134,371	127,228				134,126	126,983				133,353	126,210				129,474	122,331			
	3	138,819	131,710				138,610	131,501				137,883	130,774				134,534	127,425			
E15C3	1	131,540	124,376	9/3/17	19,4	54	131,339	124,175	9/3/17	19,4	54	130,716	123,552	9/3/17	19,4	54	127,018	119,854	10/3/17	20,0	55
	2	130,631	123,360				130,455	123,184				129,867	122,616				126,289	119,018			
	3	131,389	124,195				131,184	124,011				130,565	123,392				127,015	119,842			
E15Z	1	141,200	133,822	28/2/17	21,1	51	140,904	133,526	28/2/17	21,1	51	139,962	132,584	28/2/17	21,1	51	136,059	128,681	1/3/17	20,9	50
	2	140,226	132,952				139,936	132,664				139,033	131,759				135,189	127,915			
	3	143,317	136,111				142,997	135,791				142,040	134,834				137,855	130,649			
E15Z,5	1	139,467	132,503	28/2/17	21,1	51	139,175	132,211	28/2/17	21,1	51	138,313	131,349	28/2/17	21,1	51	134,140	127,176	1/3/17	20,9	50
	2	141,402	134,439				141,113	134,150				140,282	133,319				136,071	129,108			
	3	137,722	130,715				137,425	130,418				136,543	129,536				132,836	125,829			
E15A	1	134,393	127,242	28/2/17	21,1	51	134,088	126,937	28/2/17	21,1	51	133,241	126,090	28/2/17	21,1	51	129,569	122,418	1/3/17	20,9	50
	2	127,729	120,612				127,442	120,325				126,639	119,522				122,950	115,833			
	3	124,769	117,425				124,447	117,103				123,590	116,246				119,795	112,451			
K153	1	117,496	110,541	9/3/17	19,4	54	117,282	110,327	9/3/17	19,4	54	116,599	109,644	9/3/17	19,4	54	112,787	105,832	10/3/17	20,0	55
	2	125,302	118,361				125,087	118,146				124,432	117,491				120,696	113,755			
	3	127,224	120,271				126,999	120,046				126,293	119,340				122,629	115,678			
B153	1	129,921	122,842	9/3/17	19,4	54	129,682	122,603	9/3/17	19,4	54	128,954	121,875	9/3/17	19,4	54	125,117	118,038	10/3/17	20,0	55
	2	130,499	123,448				130,268	123,217				129,551	122,500				125,202	118,151			
	3	131,479	124,328				131,232	124,081				130,497	123,346				126,483	119,332			
E15J, CL 5	1	126,053	119,132	16/3/17	20,0	49	125,717	118,796	16/3/17	20,0	49	124,890	117,769	16/3/17	20,0	49	119,458	112,537	17/3/17	20,2	54
	2	126,396	119,415				126,031	119,050				125,009	118,028				120,069	113,088			
	3	129,855	122,855				129,504	122,504				128,579	121,579				124,108	117,108			
E15Z, WF 5	1	135,909	128,950	6/3/17	20,6	55	135,641	128,682	6/3/17	20,6	55	134,943	127,984	6/3/17	20,6	55	131,293	124,334	7/3/17	19,3	53
	2	132,543	125,576				132,246	125,279				131,507	124,540				127,954	120,987			
	3	133,876	126,883				133,583	126,590				132,825	125,832				129,236	122,243			
E153 TF5	1	134,516	127,526	3/3/17	20,8	49	134,228	127,238	3/3/17	20,8	49	133,442	126,452	3/3/17	20,8	49	129,666	122,678	4/3/17	20,7	49
	2	134,576	127,616				134,286	127,326				133,518	126,558				130,058	123,098			
	3	137,745	130,818				137,443	130,516				136,604	129,677				132,943	126,016			
E153, OF 10	1	132,482	125,485	6/3/17	20,6	55	132,261	125,264	6/3/17	20,6	55	131,575	124,578	6/3/17	20,6	55	127,762	120,765	7/3/17	19,3	53
	2	129,379	122,444				129,136	122,201				128,407	121,472				124,466	117,531			
	3	130,898	123,974				130,654	123,730				129,930	123,006				125,748	118,824			

Argamassas		2 h.					3 h.					6 h.					24 h.				
		Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveito [g]	Data	T [°C]	HR [%]
E1S3 OF 20	1	131,842	124,754	6/3/17	20,6	55	131,568	124,480	6/3/17	20,6	55	130,840	123,752	6/3/17	20,6	55	126,786	119,898	7/3/17	19,3	53
	2	130,053	122,927				129,775	122,649				129,062	121,936				124,965	117,839			
	3	128,930	121,856				128,680	121,606				127,977	120,903				123,983	116,906			
E1S3 TF20	1	135,764	128,680	3/3/17	20,8	49	135,537	128,453	3/3/17	20,8	49	134,920	127,836	3/3/17	20,8	49	131,649	124,565	4/3/17	20,7	49
	2	135,376	128,235				135,065	127,924				134,777	127,636				130,689	123,548			
	3	135,987	128,853				135,730	128,596				135,020	127,886				131,397	124,263			
E1S3 TF40	1	133,494	126,346	3/3/17	20,8	49	133,265	126,117	3/3/17	20,8	49	132,628	125,480	3/3/17	20,8	49	129,247	122,099	4/3/17	20,7	49
	2	133,836	126,739				133,598	126,501				132,940	125,843				129,516	122,419			
	3	135,885	128,838				135,652	128,605				134,994	127,947				131,652	124,605			
E1S3 TF80	1	128,479	121,513	3/3/17	20,8	49	128,247	121,281	3/3/17	20,8	49	127,604	120,638	3/3/17	20,8	49	124,011	117,045	4/3/17	20,7	49
	2	129,840	122,894				129,607	122,661				128,983	122,037				125,607	118,661			
	3	132,171	125,262				131,932	125,023				131,280	124,371				127,791	120,882			
E1S3 G5	1	137,545	130,601	16/3/17	20,0	49	137,207	130,263	16/3/17	20,0	49	136,238	129,294	16/3/17	20,0	49	131,446	124,502	17/3/17	20,2	54
	2	136,281	129,371				135,966	129,056				135,077	128,167				130,885	123,955			
	3	137,164	130,283				136,829	129,948				135,846	128,965				131,530	124,649			
E1S3 G1 0	1	143,416	136,297	16/3/17	20,0	49	143,073	135,954	16/3/17	20,0	49	142,134	135,015	16/3/17	20,0	49	137,503	130,384	17/3/17	20,2	54
	2	143,629	136,445				143,289	136,085				142,144	134,960				136,768	129,584			
	3	143,379	136,021				143,068	135,710				142,038	134,580				137,199	129,841			
E1S3 G2 0	1	138,213	131,384	16/3/17	20,0	49	137,891	131,062	16/3/17	20,0	49	137,131	130,302	16/3/17	20,0	49	133,130	126,301	17/3/17	20,2	54
	2	138,851	132,059				138,515	131,723				137,616	130,824				133,083	126,291			
	3	140,556	133,898				140,186	133,328				139,191	132,333				134,348	127,490			
E1S3 L O2	1	128,887	122,000	12/3/17	21,0	53	128,683	121,796	12/3/17	21,0	53	128,060	121,173	12/3/17	21,0	53	125,683	118,796	13/3/17	20,4	51
	2	129,349	122,475				129,149	122,275				128,557	121,683				126,279	119,405			
	3	131,182	124,323				130,974	124,115				130,354	123,495				127,814	120,955			
E1S3 L O5	1	128,136	120,988	12/3/17	21,0	53	127,977	120,829	12/3/17	21,0	53	127,619	120,471	12/3/17	21,0	53	126,189	119,041	13/3/17	20,4	51
	2	132,273	125,080				132,139	124,946				131,814	124,621				130,416	123,223			
	3	130,661	123,123				130,525	122,967				130,159	122,601				128,767	121,209			
G1S3F3	1	134,351	127,054	8/5/17	19,3	55	134,076	126,779	8/5/17	19,3	55	133,290	125,993	8/5/17	19,3	55	128,996	121,699	9/5/17	20,5	60
	2	135,154	128,151				134,894	127,891				134,138	127,135				129,957	122,954			
	3	132,207	125,180				131,995	124,948				131,374	124,327				127,902	120,855			
CL1S3F3	1	127,274	120,073	8/5/17	19,3	55	126,989	119,788	8/5/17	19,3	55	126,167	118,966	8/5/17	19,3	55	121,771	114,570	9/5/17	20,5	60
	2	130,465	123,388				130,216	123,139				129,469	122,392				125,313	118,236			
	3	124,249	117,172				124,029	116,952				123,393	116,316				119,875	112,798			
NHL1S3F3	1	134,104	126,581	8/5/17	19,3	55	133,806	126,283	8/5/17	19,3	55	132,933	125,410	8/5/17	19,3	55	128,359	120,836	9/5/17	20,5	60
	2	131,301	124,175				131,028	123,902				130,224	123,098				125,714	118,588			
	3	135,881	128,288				135,622	128,029				134,782	127,189				130,493	122,900			

ARGAMASSAS DE TERRA PARA REBOCOS INTERIORES

Argamassas		48 h.					72 h.					96 h.					120 h.				
		Conjunto	Proveito	Data	T	HR	Conjunto	Proveito	Data	T	HR	Conjunto	Proveito	Data	T	HR	Conjunto	Proveito	Data	T	HR
		[g]	[g]		[°C]	[%]	[g]	[g]		[°C]	[%]	[g]	[g]		[°C]	[%]	[g]	[g]		[°C]	[%]
E1SF3	1	119,801	112,827	11/3/17	19,4	54	117,880	110,906	12/3/17	21,0	53	116,815	109,841	13/3/17	20,4	51	116,221	109,247	14/3/17	20,4	50
	2	121,865	114,858				119,768	112,761				118,619	111,612				117,946	110,939			
	3	125,421	118,366				123,436	116,381				122,330	115,275				121,657	114,602			
E1S3	1	129,678	122,571	8/3/17	20,5	56	128,516	121,409	9/3/17	19,4	56	127,858	120,751	10/3/17	20,0	55	127,429	120,322	11/3/17	19,4	54
	2	127,021	119,878				125,948	118,805				125,353	118,210				124,969	117,826			
	3	132,266	125,157				131,182	124,073				130,561	123,452				130,147	123,038			
E1SC3	1	124,219	117,055	11/3/17	19,4	54	122,915	115,751	12/3/17	21,0	53	122,131	114,967	13/3/17	20,4	51	121,667	114,503	14/3/17	20,4	50
	2	123,756	116,485				122,585	115,314				121,869	114,598				121,429	114,158			
	3	124,449	117,276				123,208	116,035				122,434	115,261				121,955	114,782			
E1S2	1	132,824	125,446	2/3/17	21,1	51	131,631	124,253	3/3/17	20,8	49	130,921	123,543	4/3/17	20,7	49	130,494	123,116	5/3/17	20,6	52
	2	132,187	124,913				131,105	123,831				130,466	123,192				130,116	122,842			
	3	134,634	127,428				133,496	126,290				132,835	125,629				132,474	125,268			
E1S2_5	1	131,682	124,718	2/3/17	21,1	51	130,554	123,590	3/3/17	20,8	49	129,876	122,912	4/3/17	20,7	49	129,506	122,542	5/3/17	20,6	52
	2	133,780	126,817				132,706	125,743				132,046	125,083				131,658	124,695			
	3	130,691	123,684				129,606	122,599				128,917	121,910				128,501	121,494			
E1S4	1	127,209	120,058	2/3/17	21,1	51	126,022	118,871	3/3/17	20,8	49	125,309	118,158	4/3/17	20,7	49	124,877	117,726	5/3/17	20,6	52
	2	120,773	113,656				119,739	112,622				119,099	111,982				118,710	111,593			
	3	117,666	110,322				116,677	109,333				116,085	108,741				115,745	108,401			
K1S3	1	109,516	102,561	11/3/17	19,4	54	108,293	101,338	12/3/17	21,0	53	107,680	100,725	13/3/17	20,4	51	107,415	100,460	14/3/17	20,4	50
	2	117,462	110,521				116,158	109,217				115,430	108,489				115,014	108,073			
	3	119,579	112,626				118,305	111,352				117,574	110,621				117,152	110,199			
B1S3	1	121,101	114,022	11/3/17	19,4	54	118,646	111,567	12/3/17	21,0	53	117,181	110,102	13/3/17	20,4	51	116,175	109,096	14/3/17	20,4	50
	2	120,883	113,832				118,538	111,487				117,080	110,029				116,061	109,010			
	3	122,551	115,400				120,120	112,969				118,557	111,406				117,474	110,323			
E1S3_CL_5	1	116,234	109,313	18/3/17	20,9	55	115,295	108,374	19/3/17	19,8	61	114,356	107,435	20/3/17	20,3	59	114,243	107,322	21/3/17	19,8	61
	2	116,772	109,791				115,853	108,872				114,933	107,952				114,846	107,865			
	3	121,122	114,122				119,850	112,850				118,578	111,578				118,064	111,064			
E1S3_WF_5	1	128,596	121,637	8/3/17	20,5	56	127,347	120,388	9/3/17	19,4	56	126,610	119,651	10/3/17	20,0	55	126,105	119,147	11/3/17	19,4	54
	2	125,489	118,522				124,277	117,310				123,532	116,565				123,039	116,072			
	3	126,812	119,819				125,645	118,652				124,919	117,926				124,426	117,433			
E1S3_TF5	1	126,820	119,830	5/3/17	20,6	52	125,664	118,674	6/3/17	20,6	55	125,068	118,078	7/3/17	19,3	53	124,740	117,750	8/3/17	20,5	56
	2	127,531	120,571				126,433	119,473				125,811	118,851				125,457	118,497			
	3	130,463	123,536				129,365	122,438				128,727	121,800				128,349	121,422			
E1S3_OF_10	1	124,299	117,302	8/3/17	20,5	56	122,919	115,922	9/3/17	19,4	56	121,333	114,336	10/3/17	20,0	55	120,631	113,634	11/3/17	19,4	54
	2	120,862	113,927				118,774	111,839				117,625	110,690				116,929	109,994			
	3	122,336	115,414				120,700	113,776				119,811	112,887				119,240	112,316			

Argamassas		48 h.					72 h.					96 h.					120 h.				
		Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [°C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [°C]	HR [%]
E1S3 OF 20	1	123.114	116.026	8/3/17	20,5	56	120.782	113.594	9/3/17	19,4	56	119.494	112.406	10/3/17	20,0	55	118.682	111.594	11/3/17	19,4	54
	2	121.407	114.261				119.155	112.029				117.906	110.780				117.101	109.975			
	3	120.259	113.185				117.857	110.783				116.519	109.445				115.699	108.625			
E1S3 TF20	1	129.246	122.162	5/3/17	20,6	52	126.122	121.038	6/3/17	20,6	55	127.456	120.372	7/3/17	19,3	53	127.012	119.928	8/3/17	20,5	56
	2	126.208	121.067				127.099	119.958				126.444	119.303				126.022	118.881			
	3	129.011	121.877				127.928	120.794				127.258	120.124				126.833	119.699			
E1S3 TF40	1	126.558	119.410	5/3/17	20,6	52	125.241	118.083	6/3/17	20,6	55	124.465	117.317	7/3/17	19,3	53	123.966	116.621	8/3/17	20,5	56
	2	126.781	119.684				125.373	118.276				124.546	117.449				124.011	116.914			
	3	128.955	121.908				127.562	120.515				126.725	119.678				126.186	119.139			
E1S3 TF80	1	121.039	114.073	5/3/17	20,6	52	119.616	112.650	6/3/17	20,6	55	118.782	111.816	7/3/17	19,3	53	118.247	111.281	8/3/17	20,5	56
	2	122.678	115.732				121.203	114.257				120.343	113.397				119.796	112.852			
	3	124.702	117.793				123.150	116.241				122.281	115.372				121.730	114.821			
E1S3 G5	1	126.864	121.920	18/3/17	20,9	55	127.874	120.930	19/3/17	19,8	61	126.883	119.939	20/3/17	20,3	59	126.452	119.508	21/3/17	19,8	61
	2	128.402	121.492				127.307	120.397				126.211	119.301				125.678	118.768			
	3	129.201	122.320				128.161	121.280				127.120	120.239				126.613	119.732			
E1S3 G1 0	1	134.078	126.959	18/3/17	20,9	55	132.547	125.428	19/3/17	19,8	61	131.016	123.897	20/3/17	20,3	59	130.324	123.205	21/3/17	19,8	61
	2	133.290	126.076				131.748	124.564				130.236	123.052				129.670	122.486			
	3	134.197	126.839				132.615	125.257				131.032	123.674				130.224	122.866			
E1S3 Q2 0	1	129.100	122.271	18/3/17	20,9	55	126.982	120.153	19/3/17	19,8	61	124.863	118.034	20/3/17	20,3	59	123.958	117.129	21/3/17	19,8	61
	2	129.488	122.696				127.558	120.766				125.627	118.835				124.747	117.955			
	3	131.155	124.297				129.361	122.503				127.567	120.709				126.665	119.807			
E1S3 L Q2	1	123.672	116.785	14/3/17	20,4	50	122.467	115.580	15/3/17	20,0	49	121.607	114.720	16/3/17	20,0	49	121.057	114.170	17/3/17	20,2	54
	2	124.344	117.470				123.157	116.283				122.297	115.423				121.740	114.866			
	3	125.686	118.827				124.441	117.582				123.557	116.698				122.997	116.138			
E1S3 L Q5	1	124.758	117.610	14/3/17	20,4	50	123.656	116.507	15/3/17	20,0	49	122.898	115.750	16/3/17	20,0	49	122.327	115.179	17/3/17	20,2	54
	2	129.017	121.824				127.850	120.657				127.028	119.835				126.397	119.204			
	3	127.375	119.817				126.274	118.716				125.501	117.943				124.891	117.333			
G1S3	1	124.578	117.281	10/5/17	20,9	58	121.562	114.265	11/5/17	21,4	62	119.688	112.391	12/5/17	19,2	64	118.958	111.662	13/5/17	20,0	61
	2	125.609	118.606				122.606	115.603				120.658	113.655				119.868	112.865			
	3	124.032	116.985				121.035	113.988				118.905	111.858				118.031	110.984			
CL1S3	1	118.491	111.290	10/5/17	20,9	58	117.003	109.802	11/5/17	21,4	62	116.208	109.007	12/5/17	19,2	64	115.925	108.724	13/5/17	20,0	61
	2	122.003	114.926				120.369	113.292				119.477	112.400				119.129	112.052			
	3	116.839	109.762				115.176	108.099				114.052	106.975				113.571	106.494			
NHL1S3	1	124.889	117.366	10/5/17	20,9	58	123.401	115.878	11/5/17	21,4	62	122.556	115.033	12/5/17	19,2	64	122.184	114.661	13/5/17	20,0	61
	2	121.999	114.873				120.389	113.283				119.527	112.401				119.145	112.019			
	3	127.431	119.838				125.841	118.248				124.848	117.255				124.359	116.766			

ARGAMASSAS DE TERRA PARA REBOCOS INTERIORES

Argamassas		144 h.					168 h.					192 h.					216 h.				
		Conjunto (g)	Proveito (g)	Data	T [C]	HR [%]	Conjunto (g)	Proveito (g)	Data	T [C]	HR [%]	Conjunto (g)	Proveito (g)	Data	T [C]	HR [%]	Conjunto (g)	Proveito (g)	Data	T [C]	HR [%]
E18F3	1	115,909	108,935	15/3/17	20,0	49	115,765	108,791	16/3/17	20,0	49	115,724	108,750	17/3/17	20,2	54	115,736	108,762	18/3/17	20,9	55
	2	117,574	110,567				117,399	110,392				117,349	110,342				117,354	110,347			
	3	121,253	114,198				121,040	113,985				120,973	113,918				120,968	113,913			
E183	1	127,128	120,021	12/3/17	21,0	53	126,881	119,774	13/3/17	20,4	50	126,755	119,648	14/3/17	20,4	50	126,686	119,579	15/3/17	20,0	49
	2	124,702	117,559				124,493	117,350				124,375	117,232				124,320	117,177			
	3	129,849	122,740				129,613	122,504				129,472	122,363				129,393	122,284			
E18C3	1	121,410	114,246	15/3/17	20,0	49	121,283	114,119	16/3/17	20,0	49	121,249	114,085	17/3/17	20,2	54	121,254	114,090	18/3/17	20,9	55
	2	121,174	113,903				121,025	113,754				120,980	113,709				120,980	113,709			
	3	121,675	114,502				121,525	114,352				121,486	114,313				121,484	114,311			
E182	1	130,278	122,900	8/3/17	20,6	55	130,158	122,780	7/3/17	19,3	53	130,088	122,710	8/3/17	20,5	56	130,043	122,665	9/3/17	19,4	56
	2	129,956	122,682				129,867	122,593				129,818	122,544				129,785	122,511			
	3	132,292	125,086				132,207	125,001				132,163	124,957				132,134	124,928			
E182,5	1	129,315	122,351	6/3/17	20,6	55	129,224	122,260	7/3/17	19,3	53	129,178	122,214	8/3/17	20,5	56	129,149	122,185	9/3/17	19,4	56
	2	131,456	124,493				131,346	124,383				131,293	124,330				131,262	124,299			
	3	128,273	121,266				128,144	121,137				128,077	121,070				128,035	121,028			
E184	1	124,637	117,486	5/3/17	20,6	55	124,518	117,367	7/3/17	19,3	53	124,464	117,313	8/3/17	20,5	56	124,436	117,285	9/3/17	19,4	56
	2	118,510	111,393				118,433	111,316				118,402	111,285				118,383	111,266			
	3	115,596	108,252				115,542	108,198				115,524	108,180				115,514	108,170			
K183	1	107,388	100,433	15/3/17	20,0	49	107,387	100,432	16/3/17	20,0	49	107,393	100,438	17/3/17	20,2	54	107,410	100,455	18/3/17	20,9	55
	2	114,825	107,884				114,798	107,857				114,803	107,862				114,820	107,879			
	3	116,961	110,008				116,932	109,979				116,941	109,988				116,952	109,999			
B183	1	115,431	108,352	15/3/17	20,0	49	114,876	107,767	16/3/17	20,0	49	114,544	107,485	17/3/17	20,2	54	114,418	107,339	18/3/17	20,9	55
	2	115,321	108,270				114,787	107,736				114,504	107,453				114,410	107,359			
	3	116,687	109,536				116,096	108,945				115,749	108,598				115,606	108,455			
E183_CL 5	1	114,194	107,273	22/3/17	19,9	58	114,159	107,238	23/3/17	21,0	48	114,131	107,210	24/3/17	20,8	45	114,140	107,219	25/3/17	21,5	47
	2	114,807	107,826				114,767	107,786				114,736	107,757				114,754	107,773			
	3	117,847	110,847				117,732	110,732				117,675	110,675				117,677	110,677			
E183_WF 5	1	125,742	118,783	12/3/17	21,0	53	125,481	118,522	13/3/17	20,4	50	125,327	118,368	14/3/17	20,4	50	125,235	118,276	15/3/17	20,0	49
	2	122,673	115,706				122,411	115,444				122,268	115,301				122,179	115,212			
	3	124,049	117,056				123,763	116,770				123,599	116,606				123,500	116,507			
E183_TFS	1	124,556	117,566	9/3/17	19,4	56	124,459	117,469	10/3/17	20,0	55	124,416	117,425	11/3/17	19,4	54	124,377	117,387	12/3/17	21,0	53
	2	125,251	118,291				125,129	118,169				125,076	118,116				125,034	118,074			
	3	128,101	121,174				127,952	121,025				127,888	120,961				127,833	120,906			
E183_OF 10	1	120,122	113,125	12/3/17	21,0	53	119,711	112,714	13/3/17	20,4	50	119,440	112,443	14/3/17	20,4	50	119,307	112,310	15/3/17	20,0	49
	2	116,483	109,548				116,182	109,247				116,038	109,103				115,987	109,052			
	3	118,825	111,901				118,517	111,593				118,345	111,421				118,272	111,348			

Argamassas		144 h.					168 h.					192 h.					216 h.				
		Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [C]	HR [%]	Conjunto [g]	Proveta [g]	Data	T [C]	HR [%]
E1S3 OF 20	1	118,087	110,999	12/3/17	21,0	53	117,598	110,510	13/3/17	20,4	50	117,271	110,183	14/3/17	20,4	50	117,075	109,987	15/3/17	20,0	49
	2	116,518	109,392				116,043	108,917				115,739	108,613				115,578	108,452			
	3	115,116	108,042				114,682	107,588				114,395	107,321				114,264	107,190			
E1S3 TF20	1	126,714	119,630	9/3/17	19,4	56	126,505	119,421	10/3/17	20,0	55	126,374	119,290	11/3/17	19,4	54	126,286	119,202	12/3/17	21,0	53
	2	125,736	118,595				125,547	118,408				125,441	118,300				125,365	118,224			
	3	126,557	119,423				126,367	119,233				126,264	119,130				126,197	119,063			
E1S3 TF40	1	123,628	116,480	9/3/17	19,4	56	123,394	116,246	10/3/17	20,0	55	123,244	116,096	11/3/17	19,4	54	123,154	116,006	12/3/17	21,0	53
	2	123,646	116,549				123,382	116,285				123,210	116,113				123,090	115,993			
	3	125,813	118,786				125,543	118,496				125,359	118,312				125,219	118,172			
E1S3 TF80	1	117,882	110,916	9/3/17	19,4	56	117,619	110,653	10/3/17	20,0	55	117,446	110,480	11/3/17	19,4	54	117,320	110,354	12/3/17	21,0	53
	2	119,434	112,488				119,180	112,234				119,025	112,079				118,924	111,978			
	3	121,354	114,445				121,096	114,187				120,928	114,017				120,816	113,907			
E1S3_05	1	126,209	119,265	22/3/17	19,9	58	126,059	119,115	23/3/17	21,0	48	125,952	119,008	24/3/17	20,8	45	125,938	118,994	25/3/17	21,5	47
	2	125,339	118,429				125,097	118,187				124,939	118,029				124,903	117,993			
	3	126,294	119,413				126,057	119,176				125,903	119,022				125,871	118,990			
E1S3_01 0	1	129,886	122,767	22/3/17	19,9	58	129,554	122,435	23/3/17	21,0	48	129,308	122,189	24/3/17	20,8	45	129,239	122,120	25/3/17	21,5	47
	2	129,413	122,229				129,266	122,082				129,192	122,008				129,190	122,006			
	3	129,720	122,362				129,298	121,940				128,980	121,622				128,896	121,538			
E1S3_02 0	1	123,435	116,606	22/3/17	19,9	58	123,075	116,246	23/3/17	21,0	48	122,865	116,036	24/3/17	20,8	45	122,829	116,000	25/3/17	21,5	47
	2	124,205	117,413				123,812	117,020				123,560	116,768				123,509	116,717			
	3	126,113	119,255				125,674	118,816				125,372	118,514				125,308	118,450			
E1SF3 L 02	1	120,628	113,741	18/3/17	20,9	55	120,199	113,312	19/3/17	19,8	61	119,876	112,989	20/3/17	20,3	59	119,630	112,743	21/3/17	19,8	61
	2	121,319	114,445				120,897	114,023				120,507	113,633				120,240	113,366			
	3	122,558	115,899				122,119	115,260				121,785	114,926				121,525	114,666			
E1SF3 L 05	1	121,823	114,675	18/3/17	20,9	55	121,319	114,171	19/3/17	19,8	61	120,895	113,747	20/3/17	20,3	59	120,535	113,387	21/3/17	19,8	61
	2	125,840	118,647				125,283	118,090				124,803	117,610				124,400	117,207			
	3	124,361	116,803				123,830	116,272				123,375	115,817				122,996	115,438			
G1SF3	1	118,229	110,932	14/5/17	19,9	58	117,500	110,203	15/5/17	19,4	58	117,285	109,988	16/5/17	19,1	60	117,252	109,955	17/5/17	19,2	60
	2	119,078	112,075				118,289	111,286				118,036	111,033				117,981	110,978			
	3	117,157	110,110				116,294	109,237				115,916	108,869				115,606	108,559			
CL1SF3	1	115,642	108,441	14/5/17	19,9	58	115,359	108,156	15/5/17	19,4	58	115,344	108,143	16/5/17	19,1	60	115,329	108,128	17/5/17	19,2	60
	2	118,781	111,704				118,434	111,357				118,402	111,325				118,386	111,309			
	3	113,090	106,013				112,610	105,533				112,508	105,431				112,469	105,392			
NHL1SF3	1	121,811	114,288	14/5/17	19,9	58	121,439	113,916	15/5/17	19,4	58	121,257	113,734	16/5/17	19,1	60	121,138	113,615	17/5/17	19,2	60
	2	118,763	111,637				118,381	111,255				118,222	111,096				118,131	111,005			
	3	123,871	116,278				123,383	115,790				123,132	115,539				122,906	115,313			

A. 2.5 – Ensaio de erosão por gotejamento

Argamassas		tempo	Massa										Perda Massa	água Aabs orvida	erosão superficial				perda de massa		água absorvida		área erodida		profundidade	
		ensaio [min:seg]	seca inicial	úmida	seca 48h	Δ	seca 96h	Δ	seca 144h	Δ	seca final	eixo V			eixo H	área E	profun d.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	
			[g]	[g]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[mm]			[mm]	[mm²]	[mm]	[g]	[g]	[g]	[g]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
E1SF3	1	02:39	351,9	345,4	342,8	0,75	342,6	0,06	342,4	0,06	342,4	9,5	3,0	55,2	14,1	611,6	8,57	9,9	0,3	3,2	0,2	603,9	8,8	10,9	1,8	
	2	02:41	336,4	329,6	326,7	0,88	326,3	0,12	326,2	0,03	326,2	10,2	3,4	56,5	13,7	606,4	11,34									
	3	02:42	295,1	288,5	285,5	1,04	285,3	0,07	285,2	0,04	285,2	9,9	3,3	57,4	13,1	591,6	12,81									
E1SF3_C FSP	1	02:43	322,5	325,2	323,4	0,55	323,1	0,09	322,8	0,09	322,8	0,3	2,4	-	-	-	-	0,4	0,1	2,0	0,3	-	-	-	-	
	2	02:37	327,2	329,4	328,4	0,30	327,9	0,15	327,8	0,03	327,8	0,6	1,6	-	-	-	-									
	3	02:40	392,0	394,4	392,8	0,41	392,4	0,10	392,3	0,03	392,3	0,3	2,1	-	-	-	-									
E1SC3	1	02:39	344,7	342,9	337,6	1,55	337,0	0,18	336,8	0,06	336,8	7,9	6,1	58,2	14,2	650,8	7,86	9,0	1,7	5,7	0,8	632,4	30,7	8,1	0,8	
	2	02:39	363,4	362,1	356,4	1,57	356,1	0,08	355,7	0,11	355,7	7,7	6,4	57,0	13,2	589,1	7,23									
	3	02:40	365,4	358,6	355,0	1,00	354,3	0,20	354,1	0,06	354,1	11,3	4,5	57,7	14,5	657,3	9,22									
E1SC3_P FNC	1	02:42	359,8	366,2	360,6	1,53	360,5	0,03	360,4	0,03	360,4	0,6	5,8	-	-	-	-	0,5	0,1	5,1	0,8	-	-	-	-	
	2	02:41	357,1	363,1	357,7	1,49	357,7	0,00	357,6	0,03	357,6	0,5	5,5	-	-	-	-									
	3	02:42	366,1	370,3	366,7	0,97	366,8	0,03	366,4	0,11	366,4	0,3	3,9	-	-	-	-									
E1S2	1	02:56	661,0	658,4	656,5	0,29	656,5	0,00	656,3	0,03	656,3	4,7	2,1	56,4	19,0	843,6	0,83	4,3	0,3	3,1	0,7	818,4	25,3	0,6	0,2	
	2	03:14	710,3	710,0	707,6	0,34	707,4	0,03	706,4	0,14	706,4	3,9	3,6	57,5	18,3	827,7	0,65									
	3	03:21	467,2	466,4	463,0	0,73	463,2	0,04	462,8	0,08	462,8	4,4	3,6	55,2	18,1	783,8	0,36									
E1S2_P G	1	03:24	606,7	612,9	606,8	1,00	606,9	0,02	606,6	0,05	606,6	0,1	6,3	-	-	-	-	0,4	0,3	7,3	1,4	-	-	-	-	
	2	04:12	773,4	779,4	773,8	0,72	773,4	0,05	773,1	0,04	773,1	0,3	6,3	-	-	-	-									
	3	05:08	368,6	377,0	368,4	2,28	368,2	0,05	367,7	0,14	367,7	0,9	9,3	-	-	-	-									
E1S2.5	1	02:40	381,6	382,1	379,2	0,76	379,5	0,08	379,7	0,05	379,7	1,9	2,4	59,8	18,3	856,9	0,86	2,3	0,9	2,6	0,2	826,6	21,5	1,6	0,7	
	2	02:41	399,3	398,7	395,7	0,75	395,8	0,03	395,8	0,00	395,8	3,5	2,9	56,2	17,8	813,4	2,11									
	3	02:46	616,1	617,2	614,3	0,47	614,6	0,05	614,7	0,02	614,7	1,4	2,5	55,3	18,6	809,4	2,41									
E1S2.5_P FCL	1	02:45	380,5	386,4	381,2	1,35	381,5	0,08	381,5	0,00	381,5	1,0	4,9	-	-	-	-	1,0	0,0	3,0	1,4	-	-	-	-	
	2	02:48	536,4	539,4	537,0	0,44	537,1	0,02	537,4	0,06	537,4	1,0	2,0	-	-	-	-									
	3	02:47	569,0	571,9	569,7	0,38	569,9	0,04	569,9	0,00	569,9	0,9	2,0	-	-	-	-									
E1S4	1	02:39	370,2	362,2	359,2	0,83	359,2	0,00	359,2	0,00	359,2	11,0	3,0	56,3	14,0	617,4	8,22	8,4	1,9	3,1	0,2	633,0	11,4	6,6	1,2	
	2	02:37	357,3	353,7	351,1	0,74	351,0	0,03	350,7	0,08	350,7	6,6	3,0	56,1	14,5	637,0	5,54									
	3	02:39	629,2	624,9	621,7	0,51	621,7	0,00	621,5	0,03	621,5	7,7	3,4	54,0	15,2	644,5	5,93									
E1S4_CF LW	1	02:41	682,3	693,3	683,2	1,46	682,9	0,04	682,7	0,03	682,7	0,4	10,6	-	-	-	-	0,5	0,1	8,9	2,5	-	-	-	-	
	2	02:39	400,6	406,4	401,1	1,30	401,2	0,02	401,0	0,05	401,0	0,4	5,4	-	-	-	-									
	3	02:40	401,3	412,7	402,2	2,54	402,2	0,00	402,0	0,05	402,0	0,7	10,7	-	-	-	-									
E1S1_WF S	1	02:38	336,0	336,1	332,7	1,01	332,4	0,06	332,1	0,06	332,1	3,9	4,0	54,2	13,5	572,4	4,47	6,5	1,9	3,8	0,3	606,2	25,4	5,3	1,0	
	2	02:40	283,4	279,4	276,7	0,97	276,4	0,11	276,1	0,11	276,1	7,3	3,3	53,2	14,9	623,4	4,56									
	3	02:42	337,0	332,8	329,5	0,99	329,1	0,12	328,8	0,08	328,8	8,2	4,0	55,5	14,4	628,8	6,74									

Argamassas			tempo	Massa								Perda Massa	água Aabs orvida	erosão superficial				perda de massa		água absorvida		área erodida		profundidade		
			ensaio	seca inicial	úmida	seca 48h	Δ	seca 96h	Δ	seca 144h	Δ			seca final	eixo V	eixo H	área E	profun d.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
				[min:seg]	[g]	[g]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]			[%]	[g]	[mm]	[mm]	[mm²]	[mm]	[g]	[g]	[g]	[g]	[mm²]	[mm²]	[mm]
E1S3_WF 5_CFC	1	02:42	355,8	359,4	356,2	0,89	355,9	0,06	355,7	0,06	355,7	0,1	3,7	45,1	28,2	1001,0	3,14	0,2	0,0	2,9	0,6	966,2	49,9	1,7	1,1	
	2	02:43	324,9	327,5	325,5	0,61	325,5	0,00	325,1	0,12	325,1	0,2	2,4	48,3	23,6	895,7	1,65									
	3	02:47	347,5	350,2	348,1	0,60	347,9	0,06	347,7	0,06	347,7	0,2	2,5	44,1	29,0	1002,0	0,43									
E1S3_TF5 _CFSW	1	02:51	426,7	422,9	420,0	0,69	419,9	0,02	419,8	0,02	419,8	6,9	3,1	54,0	16,2	686,5	3,55	6,1	0,6	2,8	0,3	664,9	54,2	5,4	1,4	
	2	02:58	418,8	416,1	413,2	0,70	413,2	0,00	413,1	0,02	413,1	5,7	3,0	53,4	17,1	717,8	5,75									
	3	03:00	433,8	430,5	428,4	0,49	428,2	0,06	428,1	0,02	428,1	5,7	2,4	53,1	14,2	590,4	6,94									
E1S3_TF5 _CFSW	1	02:51	416,1	417,5	416,8	0,17	416,7	0,02	416,7	0,00	416,7	0,6	0,8	-	-	-	-	0,4	0,2	1,3	0,6	-	-	-	-	
	2	02:56	397,6	399,1	398,0	0,28	398,2	0,05	398,0	0,05	398,0	0,4	1,1	-	-	-	-									
	3	02:57	389,7	391,6	389,9	0,43	389,9	0,00	389,5	0,10	389,5	0,2	2,1	-	-	-	-									
E1S3_OF 10	1	02:53	484,5	485,7	483,2	0,51	483,5	0,06	483,3	0,04	483,3	1,2	2,4	40,4	16,7	531,0	1,71	1,4	0,2	3,1	0,5	522,9	9,3	2,5	0,7	
	2	02:51	440,2	441,8	438,6	0,72	438,9	0,07	438,5	0,09	438,5	1,7	3,3	39,1	16,6	509,9	3,35									
	3	02:54	447,2	449,4	446,0	0,76	446,2	0,04	445,9	0,07	445,9	1,3	3,5	42,6	15,8	527,7	2,54									
E1S3_OF 10_CFO	1	02:49	450,3	455,1	450,1	1,10	450,3	0,04	450,2	0,02	450,2	0,1	4,9	-	-	-	-	0,2	0,1	6,2	1,5	-	-	-	-	
	2	02:54	464,3	470,1	464,4	1,21	464,7	0,06	464,7	0,00	464,7	0,4	5,4	-	-	-	-									
	3	02:53	410,0	418,6	410,3	1,98	410,5	0,05	410,2	0,07	410,2	0,2	8,4	-	-	-	-									
E1S3_TF2 0	1	02:48	479,7	478,4	476,4	0,42	476,6	0,04	476,2	0,06	476,2	3,5	2,2	56,2	16,5	726,0	2,29	4,4	1,3	2,2	0,1	727,0	3,6	2,6	0,8	
	2	02:49	433,3	429,4	427,1	0,54	427,2	0,02	427,1	0,02	427,1	6,2	2,3	57,3	16,3	731,8	3,72									
	3	02:47	502,2	500,8	499,0	0,36	499,3	0,06	498,8	0,10	498,8	3,4	2,0	56,3	16,4	723,3	1,77									
E1S3_TF2 0_CFAP	1	02:50	476,8	478,9	476,7	0,46	476,8	0,02	476,5	0,06	476,5	0,3	2,4	-	-	-	-	0,2	0,1	2,0	0,3	-	-	-	-	
	2	02:45	462,3	464,1	462,4	0,37	462,6	0,04	462,4	0,04	462,4	0,1	1,7	-	-	-	-									
	3	02:51	503,4	505,3	503,6	0,34	503,7	0,02	503,5	0,04	503,5	0,1	1,8	-	-	-	-									
E1S3_TF8 0	1	02:54	499,3	497,3	493,7	0,72	493,9	0,04	493,6	0,06	493,6	5,7	3,7	54,2	11,6	491,8	10,90	5,2	0,4	3,6	0,6	496,7	11,7	8,3	1,9	
	2	02:40	454,3	452,5	449,8	0,60	450,1	0,07	449,7	0,09	449,7	4,6	2,8	53,1	11,7	485,5	7,46									
	3	02:40	481,8	480,8	476,9	0,81	477,0	0,02	476,6	0,06	476,6	5,2	4,2	55,0	11,9	512,8	6,51									
E1S3_TF8 0_CFCP	1	02:41	487,7	492,6	488,3	0,87	488,6	0,06	488,3	0,06	488,3	0,6	4,3	-	-	-	-	0,6	0,0	4,5	0,3	-	-	-	-	
	2	02:44	425,2	430,2	426,0	0,98	426,1	0,02	425,8	0,07	425,8	0,6	4,4	-	-	-	-									
	3	02:41	484,5	490,0	485,2	0,98	485,2	0,00	485,1	0,02	485,1	0,6	4,9	-	-	-	-									